Rinie Pratiwi P Nur Kuswanti Rahardjo Yuni Sri Rahayu Muhammad Amin

Contextual Teaching and Learning

Ilmu Pengetahuan Alam

Sekolah Menengah Pertama

Ilmu Pengetahuan Alam Sekolah Menengah Pertama Kelas VIII

PUSAT PERBUKUAN
Departemen Pendidikan Nasional

Kelas VIII
Edisi 4

Hak Cipta pada Departemen Pendidikan Nasional
Dilindungi Undang-undang

Contextual Teaching and Learning

ILMU PENGETAHUAN ALAM

Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah

Kelas VIII Edisi 4

Penulis : Rinie Pratiwi P, Nur Kuswanti, Rahardjo, Yuni Sri Rahayu, Muhammad Amin, Sukarmin, Suyono, Wahono Widodo, Elok Sudibyo, Heru Kuswanto, Bambang Subiyakto, Budi Jatmiko
Ilustrasi, Tata Letak : Direktorat Pembinaan SMP
Perancang Kulit : Direktorat Pembinaan SMP

Buku ini dikembangkan Direktorat Pembinaan SMP

Ukuran Buku : 21 x 30 cm

500.7
CON Contextual Teaching and Learning Ilmu Pengetahuan Alam: Sekolah Menengah Pertama/Madrasah Tsanawiyah Kelas VIII Edisi 4/ Rinie Pratiwi P, …[et. al.].--Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional, 2008.
Xii, 425 hlm.: ilus.; 30 cm.
Bibliografi: hlm. 401-403
Indeks.
ISBN
1. Ilmu Pengetahuan Alam-Studi dan Pengajaran I. Judul
II. Kuswanti, Nur III. Rahardjo IV. Rahayu, Yuni Sri
V. Amin, Muhammad VII. Sukarmin VIII. Suyono
IX. Widodo, Wahono XII. Sudibyo, Elok XIII. Kuswanto, Heru
XIV. Subiyakto, Bambang XV. Jatmiko, Budi

Diterbitkan oleh Pusat Perbukuan
Departemen Pendidikan Nasional
Tahun 2008

KATA SAMBUTAN

Salah satu upaya untuk melengkapi sumber belajar yang relevan dan bermakna guna meningkatkan mutu pendidikan di Sekolah Menengah Pertama (SMP), Direktorat Pembinaan SMP mengembangkan buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam untuk siswa kelas VII, kelas VIII, dan kelas IX. Buku pelajaran ini disusun berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 22 Tahun 2006 Tentang Standar Isi, No. 23 Tahun 2006 tentang Standar Kompetensi Lulusan, dan berdasarkan kriteria buku pelajaran yang dikembangkan oleh Badan Standar Nasional Pendidikan.

Buku pelajaran ini merupakan penyempurnaan dari bahan ajar kontekstual yang telah dikembangkan Direktorat Pembinaan SMP dalam kaitannya dengan kegiatan proyek peningkatan mutu SMP. Bahan ajar tersebut telah diujicobakan ke sejumlah SMP di provinsi Kalimantan Selatan, Kalimantan Timur, Sulawesi Tengah, Sulawesi Tenggara, Sulawesi Utara, dan Gorontalo sejak tahun 2001. Penyempurnaan bahan ajar menjadi buku pelajaran yang bernuansa pendekatan kontekstual dilakukan oleh para pakar dari beberapa perguruan tinggi, guru, dan instruktur yang berpengalaman di bidangnya. Validasi oleh para pakar dan praktisi serta uji coba empiris ke siswa SMP telah dilakukan guna meningkatkan kesesuaian dan keterbacaan buku pelajaran ini.

Buku pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam ini telah dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan, dan dinyatakan memenuhi syarat untuk digunakan sebagai buku pelajaran di SMP. Sekolah diharapkan dapat menggunakan buku pelajaran ini dengan sebaik-baiknya sehingga dapat meningkatkan efektivitas dan kebermaknaan pembelajaran. Pada akhirnya, para siswa diharapkan dapat menguasai semua Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar secara lebih mendalam, luas serta bermakna, kemudian dapat mengaplikasikannya dalam kehidupan sehari-hari.

Saran perbaikan untuk penyempurnaan buku pelajaran ini sangat diharapkan. Terimakasih setulus-tulusnya disampaikan kepada para penulis yang telah berkontribusi dalam penyusunan buku pelajaran ini, baik pada saat awal pengembangan bahan ajar, ujicoba terbatas, maupun penyempurnaan sehingga dapat tersusunnya buku pelajaran ini. Terimakasih dan penghargaan juga disampaikan kepada semua pihak yang telah membantu terwujudnya penerbitan buku pelajaran ini.

Jakarta, Juli 2008
Direktur Pembinaan SMP

Pendahuluan

Salam IPA

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan YME, sehingga Buku IPA untuk SMP/MTs kelas VIII ini dapat diselesaikan sesuai standar isi (SI) yang telah ditetapkan dalam Permendiknas RI Nomor 23 Tahun 2006. Buku IPA ini ditulis untuk membantu siswa mencapai kompetensi yang ditargetkan. Karena berbasis kompetensi, buku ini tidak hanya memperhatikan penguasaan konsep, tetapi secara utuh juga membangun sikap dan keterampilan proses siswa.

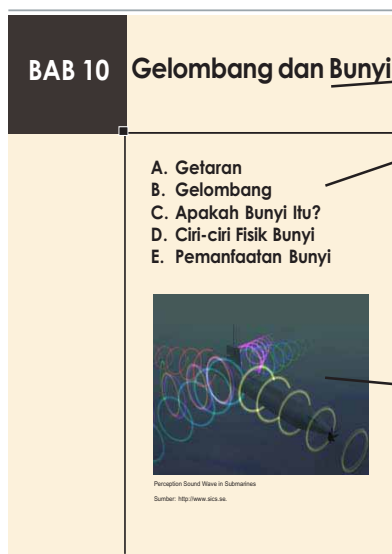
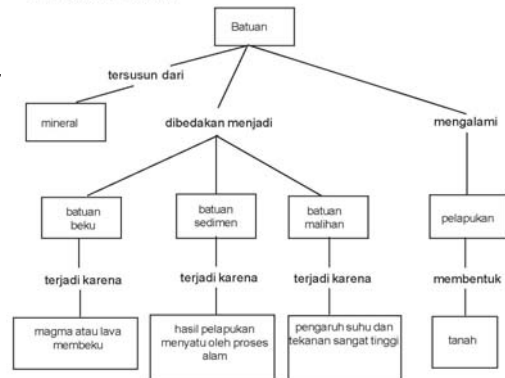
Tiga hal yang sangat diperhatikan selama penulisan buku IPA ini adalah:

a. buku dirancang untuk mendukung pembelajaran kontekstual
   Karena alasan tersebut, setiap konsep dihubungkan dengan situasi dunia nyata yang dihadapi siswa. Tugas-tugas yang diberikan senantiasa dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari siswa.

b. buku dirancang untuk menciptakan proses pembelajaran yang konstruktivis. Karena itu berbagai konsep tidak langsung dideskripsikan dalam buku, tetapi harus ditemukan siswa melalui berbagai aktivitas, misalnya kegiatan penyelidikan, lab mini, dan lain-lain.

c. mengedepankan paradigma pembelajaran melalui *penemuan*, bukan *pembuktian*. Itulah sebabnya, dalam buku ini siswa harus melakukan berbagai kegiatan terlebih dulu baru mendiskusikan hasilnya untuk menemukan konsep. Bukan memahami konsep dulu baru kemudian melakukan pembuktian secara praktik.

Anak-anak, agar buku ini dapat membantu kalian dalam belajar IPA, kalian harus memperhatikan berbagai bagian/fitur yang ada di dalam buku. Lakukanlah berbagai kegiatan atau tugas yang ada dalam bagian-bagian tersebut. Jangan hanya membaca uraian/deskripsi materi, karena hal tersebut tidak akan menghasilkan pemahaman yang utuh.

Di bawah ini, ditampilkan berbagai fitur/bagian yang ada dalam buku dan tujuan fitur tersebut dimunculkan. Bacalah secara cermat agar kalian dapat menggunakan buku ini secara benar.

Peta Konsep
Menggambarkan kaitan berbagai konsep yang akan dipelajari siswa dalam bab yang bersangkutan. Peta konsep membantu siswa membangun pemahaman yang utuh.

Pengantar bab
Narasi di awal bab dimaksudkan untuk menggiring siswa pada cakupan bab. Narasi diupayakan berangkat dari situasi kehidupan yang dialami siswa. Narasi tersebut sekaligus menyiratkan kompetensi yang akan dicapai siswa.

BAB 1 **Pengukuran**

Pernahkah kamu pergi ke penjahit? Bagaimana seorang penjahit dapat membuatkan baju seseorang dengan ukuran yang tepat? Kamu pernah pergi ke toko kelontong? Bagaimana penjual dapat melayani barang-barang yang diperlukan oleh pembeli dengan takaran yang sesuai? Kamu pernah mengikuti atau menonton lomba lari? Bagaimanakah menentukan pemenangnya secara tepat? Semua peristiwa di atas terkait dengan kegiatan pengukuran.

Pada bab ini, kamu akan mendiskusikan dan melakukan berbagai kegiatan pengukuran dengan menggunakan alat-alat ukur yang sesuai. Kamu juga akan mempelajari berbagai besaran beserta satuannya.

Kegiatan Penyelidikan

Merancang Alat Ukur Sendiri

1. Gunakan sesuatu yang ada di kelasmu sebagai alat pengukur panjang, misalnya buku, pensil, tangan atau benda-benda lain yang mudah kamu dapatkan.
2. Bersama temanmu, ukurlah panjang bangku, lebar ruangan kelas atau jarak dua benda yang ada di dekatmu dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang telah kamu peroleh. Catatlah hasilnya dan buatlah nama satuan ukurannya menurutmu sendiri.
3. Sekarang, mintalah salah seorang temanmu untuk melakukan pengukuran yang sama dengan menggunakan alat-alat pengukur panjang yang dia temukan sendiri. Jangan lupa, dia juga harus mencatat hasilnya beserta satuan ukuran yang dia buat sendiri.

Kegiatan Penyelidikan
Kegiatan ini untuk mengeksplorasi temuan awal berkaitan dengan isi bab. Temuan awal tersebut secara konseptual akan ditindaklanjuti melalui kegiatan *hands-on* dan *minds-on* yang ada dalam buku, membaca deskripsi materi, dan tugas-tugas lain sehingga siswa menemukan konsep secara utuh.

Sumber: Dok. Penulis.

4 IPA SMP Kelas VII

Jurnal IPA
Berisi tugas kepada siswa untuk menuliskan pendapat, tanggapan, atau opininya tentang sesuatu berkaitan dengan kegiatan penyelidikan. Jurnal IPA ditulis siswa sebelum melakukan pembahasan dengan guru, karena itu benar-benar menunjukkan cakrawala pemikiran siswa yang otentik.

Besaran dan Satuan

Besaran Pokok dan Besaran Turunan

Pada subbab sebelumnya kamu telah melakukan kegiatan pengukuran, yaitu kegiatan membandingkan suatu besaran yang diukur dengan besaran lain sejenis yang dipakai sebagai satuan. Besaran yang dapat diukur dan memiliki satuan disebut *besaran fisika*, contoh: panjang, massa, dan waktu; sedangkan yang tidak dapat diukur dan tidak memiliki satuan tidak termasuk besaran fisika, misalnya: sedih, cinta, dan kesetiaan. Besaran fisika, yang selanjutnya disebut besaran dibedakan menjadi dua, **besaran pokok** dan **besaran turunan.**

Berdasar hasil Konferensi Umum mengenai Berat dan Ukuran ke-14 tahun 1971, Sistem Internasional disusun mengacu pada tujuh besaran dasar di bawah ini:

Tabel 1.2 Besaran dan Satuan dasar SI

Besaran dasar	Satuan	Simbol
Panjang	meter	m
Massa	kilogram	kg
Waktu	sekon	s
Kuat arus listrik	ampere	A
Suhu	kelvin	K
Jumlah zat	mole	mol
Intensitas cahaya	candela	cd

Sumber: Dok. Penulis

Tujuh besaran dasar pada **Tabel 1.2** disebut *besaran pokok*, yaitu besaran yang satuannya didefinisikan sendiri berdasarkan hasil konferensi Internasional mengenai berat dan ukuran. Sedangkan besaran-besaran lain yang diturunkan dari besaran pokok, misalnya: volume, massa jenis, kecepatan, gaya, usaha, dan masih banyak lagi disebut *besaran turunan*

Pada bagian selanjutnya, kamu akan melakukan kegiatan dan diskusi tentang empat besaran pokok yaitu: *panjang, massa, waktu, suhu* dan satu besaran turunan yaitu *volume*. Besaran-besaran tersebut selalu kita temui dalam kehidupan sehari-hari.

Kata-kata IPA
Besaran pokok
Besaran turunan
Massa
Waktu
Volume
Kilogram
Sekon
Suhu

Bab 1 Pengukuran 9

Kata-kata IPA
Merupakan kumpulan kata- kata penting yang ada dalam bab dan harus dipahami oleh siswa.

Deskripsi materi
Uraian materi diupayakan berangkat dari hasil kegiatan atau mengorganisir pengetahuan awal siswa. Bila siswa hanya membaca deskripsi materi tanpa melakukan fitur-fitur yang lain, maka tidak akan terbangun pemahaman yang utuh.

Penggunaan Matematika

Soal Latihan

1. Suhu cairan diukur dengan termometer fahrenheit menunjukkan skala 122 ^{O}F. Berapakah suhu cairan tersebut bila dinyatakan dalam skala celcius dan kelvin?
2. Pada suhu berapakah pembacaan skala termometer celcius sama dengan pembacaan skala termometer fahrenheit?

Soal contoh:

Suhu sebuah benda 15°C bila diukur dengan termometer skala celsius. Berapakah suhu benda tersebut bila diukur menurut skala fahrenheit dan kelvin?

Diketahui: $T_{benda} = 15^\circ C$

Ditanya: T (fahrenheit) = ? T (kelvin) = ?

Penyelesaian:

$$T_F = \frac{9}{5}(15) + 32$$
$$= 59^\circ F$$
$$T = (15 + 273)\ K$$
$$= 288\ K$$

Volume

Kaleng besar dan kaleng kecil bila dipergunakan untuk menampung air, kemampuannya tentu berbeda. Kaleng yang besar pasti dapat menampung air lebih banyak. Hal di atas terkait dengan besarnya ruangan yang terisi oleh materi, biasanya disebut volume. Suatu benda bila volumenya lebih besar, dapat menampung materi lebih banyak dibanding benda lain yang volumenya lebih kecil.

Volume merupakan besaran turunan, yang disusun oleh besaran pokok *panjang*. Volume benda padat yang bentuknya teratur, misalnya balok, seperti yang ditunjukkan **Gambar 1.10** dapat ditentukan dengan mengukur terlebih dulu panjang, lebar dan tingginya kemudian mengalikannya. Bila kamu mengukur panjang, lebar, dan tinggi balok menggunakan satuan sentimeter (cm), maka

Soal contoh
dan soal latihan
Soal contoh untuk membantu siswa menyelesaikan tugas-tugas pemecahan masalah. Soal latihan untuk menguji apakah siswa mampu melakukan pemecahan masalah untuk kasus yang berbeda.

Kegiatan
Berisi kegiatan eksperimen untuk menemukan konsep dengan melibatkan berbagai keterampilan proses sains. Siswa juga dilatih untuk mengubah dan mengontrol variabel eksperimen.

Bagaimana Temperatur Mempengaruhi Organisme?

Satu faktor abiotik yang sangat mempengaruhi organisme dalam lingkungan adalah temperatur. Pada eksperimen ini, kamu akan memeriksa bagaimana perubahan temperatur mempengaruhi ikan mas.

Masalah

Bagaimana pengaruh temperatur terhadap pernapasan ikan mas?

Apa yang Kamu Perlukan

2 gelas kimia 250 ml
Pengukur waktu (stop watch/jam)
Es batu
Jaring ikan kecil
Ikan mas dalam suatu akuarium
Kertas label
Termometer

Apa yang harus kamu lakukan

1. Isilah kedua gelas kimia dengan air akuarium dan gunakan jaring untuk memindahkan ikan mas. Berilah label pada satu gelas kimia dengan label percobaan dan gelas yang lain dengan label kontrol.
2. Gunakan termometer untuk mengukur temperatur air pada kedua gelas.
3. Perhatikan penutup insang ikan. Penutup insang membuka dan menutup saat ikan bernapas. Hitunglah berapa kali penutup insang membuka selama satu menit.
4. Ulangilah langkah ketiga sebanyak dua kali dan catat datamu.
5. Secara perlahan-lahan ambillah sepotong es batu (kecil) dan masukkan ke dalam gelas percobaan sampai termometer menunjukkan 10°C di bawah temperatur pada langkah

Kaitan dengan bidang ilmu yang lain
Untuk memantapkan pemahaman siswa dengan cara menerapkan pengetahuan/keterampilan yang telah dicapai pada situasi lain yang lebih luas.

Kaitan dengan Astronomi

Mengukur jarak benda-benda langit

Para ilmuwan telah menemukan bahwa cahaya merambat dengan laju 299.792.500 meter persekon. Sekitar tahun 1970-an, astronot Amerika berhasil memasang reflektor (alat pemantul) cahaya di bulan. Kemudian, cahaya laser dengan intensitas yang sangat kuat dipancarkan dari bumi menuju bulan. Di bulan cahaya dipantulkan oleh reflektor sehingga merambat kembali ke bumi. Waktu yang dibutuhkan cahaya laser sejak meninggalkan bumi hingga kembali lagi dicatat dengan akurat, maka jarak antara bumi dan bulan dapat ditentukan, yaitu sekitar 378.000.000 meter.

Sumber: www.google.com.

Jarak bumi dan matahari sekitar 150.000.000.000 meter, digunakan sebagai ukuran baku dan disebut *1 Satuan Astronomi (SA).*

Para ahli astronomi telah menetapkan satuan pengukuran khusus untuk menyatakan jarak benda-benda di ruang angkasa, yaitu *tahun cahaya*. Satu tahun cahaya sama dengan jarak yang ditempuh oleh cahaya selama satu tahun, bila dinyatakan dalam satuan SI kira-kira sama dengan 9.500.000.000.000.000 meter atau 9,5 trilyun kilometer. Jarak galaksi Andromeda kira-kira 2 juta tahun cahaya dari galaksi kita.

Lab Mini
Berisi percobaan untuk menemukan konsep. Siswa melakukan keterampilan proses tetapi tidak melakukan pengubahan variabel.

Lab Mini 1.1

Mengukur Panjang

1. Amatilah gambar di bawah ini! Menurut pengamatanmu, *lingkaran dalam* manakah yang berdiameter lebih panjang, X atau Y?

2. Dengan menggunakan penggaris, ukurlah diameter lingkaran dalam pada gambar X dan Y! Catatlah hasil pengukuranmu dalam tabel pengamatan!
3. Bandingkan hasil pengamatan dan hasil

panjang tiruan dari meter standar, seperti terlihat pada **Gambar 1.3.**

Selain meter, panjang juga dinyatakan dalam satuan-satuan yang lebih besar atau lebih kecil dari meter dengan cara menambahkan awalan-awalan seperti tercantum dalam **Tabel 1.1**. Berdasar tabel tersebut

1 kilometer (km) = 1000 meter (m)
1 sentimeter (cm) = 1/100 meter (m) atau 0,01 m

dan sebaliknya, diperoleh:

1 m = 1/1000 km = 0,001 km
1 m = 100 cm = 1000 mm

Intisari Subbab

1. Apakah yang dimaksud dengan:
   a. besaran pokok?
   b. besaran turunan?
2. Lakukanlah pengubahan satuan berikut:
   a. 250 cm menjadi meter
   b. 4.5 dm^3 menjadi mililiter
   c. 25 liter menjadi cm^3
   d. 41°F dinyatakan dalam skala Celcius
3. Jelaskan, mengapa volume termasuk besaran turunan!
4. Mengapa dibuat satuan-satuan standar, misalnya: satu kilogram standar, satu meter standar, dan satu sekon standar? Bila pengetahuan dan teknologi semakin maju, mungkinkah satuan standar yang kita gunakan sekarang diperbaharui? Jelaskan!

Intisari Subbab
Berisi pertanyaan dan tugas yang harus diselesaikan untuk mereviu pengetahuan dan keterampilan yang telah dibangun selama mempelajari subbab tertentu. Bagian ini sekaligus dapat difungsikan sebagai bahan refleksi diri sebelum siswa mempelajari subbab berikutnya.

Bina Keterampilan

Membuat peta konsep

Buatlah peta konsep tentang besaran dan satuan dengan mencantumkan istilah-istilah berikut:

besaran pokok	**volume**	**meter**
besaran	**panjang**	**massa**
besaran turunan	**sekon**	**kilogram**
meter kubik	**waktu**	

Rangkuman

A. Pengertian Pengukuran

1. Mengukur pada hakikatnya adalah membandingkan suatu besaran dengan besaran sejenis yang dipakai sebagai satuan.
2. Satuan pengukuran baku memiliki nilai tetap dan disepakati oleh semua orang sehingga dapat dipakai sebagai pembanding.
3. Sistem satuan yang berlaku di seluruh dunia adalah sistem satuan Internasional (SI). Satuan SI dasar dapat diperbesar atau diperkecil dengan menambahkan awalan: *kilo* (k) artinya 1000 kali, *hekto* (h) artinya 100 kali, *deka* (da) artinya 10 kali, *desi* (d) artinya 1/10 kali, *senti* (c) artinya 1/100 kali, *mili* (m) artinya 1/1000 kali dan *mikro* (m) artinya 1/1000000 kali.

B. Besaran dan Satuan

1. Besaran mengandung dua komponen, yaitu: *nilai* dan *satuan*. Besaran dibedakan menjadi dua, yaitu: *besaran pokok* dan *besaran turunan*.
2. Besaran pokok memiliki satuan yang didefinisikan sendiri dan disepakati dalam Konferensi Internasional tentang Berat dan Ukuran. Contohnya: panjang satuannya meter, massa satuannya kilogram dan waktu satuannya sekon.
3. Besaran turunan disusun dari besaran-besaran pokok, karena itu satuannya juga dibentuk oleh satuan-satuan besaran penyusunnya. Contoh: volume satuannya meter kubik (m^3) disusun dari besaran pokok panjang.

Rangkuman
Berisi intisari bab, sebagai sarana untuk membantu siswa memahami materi secara utuh.

Evaluasi

Berisi pertanyaan atau tugas untuk:

- **Reviu Perbendaharaan Kata**, menjodohkan konsep dengan pengertiannya.
- **Pengecekan konsep**, melalui soal-soal bentuk pilihan ganda.
- **Pemahaman konsep**, melalui soal-soal bentuk uraian.
- **Berpikir Kritis,** melalui soal bentuk uraian atau pemecahan masalah yang menuntut kemampuan berpikir lebih tinggi.
- **Pengembangan keterampilan**, antara lain membuat tabel, merancang dan melaksanakan eksperimen, membuat peta konsep, melakukan tugas proyek, penggunaan matematika, dan lain-lain. Pengembangan keterampilan juga dimaksudkan sebagai tindak lanjut bagi siswa sehingga dapat menggunakan pengetahuan yang telah dimiliki untuk menyelesaikan tugas yang lebih kompleks.

Untuk merefleksi apakah jawaban/ pekerjaanmu sudah benar, cocokkan dengan jawaban soal terpilih yang ada di bagian belakang buku ini.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di sampingnya.

a. satuan baku
b. panjang
c. massa
d. waktu
e. besaran turunan
f. meter
g. suhu
h. sekon
i volume

1. Jarak antara dua titik
2. Satuan Internasional untuk waktu
3. Disepakati dan diterima oleh semua orang sebagai pembanding
4. Selang antara dua kejadian
5. Memiliki satuan baku m^3
6. Satuan Internasional untuk massa
7. Jumlah materi dalam suatu benda
8 Satuan Internasional untuk panjang

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau pernyataan yang dapat melengkapi kalimat berikut !

1. Hasil pengukuran selalu mengandung
   a. nilai saja
   b. satuan saja
   c. nilai dan satuan
   d. faktor pengali dan satuan
2. Contoh satuan dalam SI adalah ....
   a. kaki b. galon
   c. sekon d. ons
3. Faktor pengali seperseribu pada satuan SI disebut:
   a. kilo b. senti
   c. desi d. mili
4. Sistem pengukuran yang dipergunakan oleh ilmuwan di seluruh dunia adalah...
   a. Sistem Standar
   b. Sistem Inggris
9. Suhu air mendidih diukur dengan termometer Fahrenheit menun-jukkan skala 194ºF. Bila diukur dengan termometer Celcius akan menunjuk skala
   a. 105ºC
   b. 100ºC
   c. 90ºC
   d. 80ºC

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah ini dengan lengkap dan tuliskan dalam buku latihanmu!

10. Mengapa dunia sains menggunakan satuan-satuan pengukuran SI?
11. Jelaskan, bagaimana mengubah satuan panjang dari satuan SI satu ke satuan SI

Berpikir Kritis

16. Ada beberapa obat cair yang harus dikocok dulu sebelum diminum. Apa tujuan anjuran tersebut? Jelaskan

Pengembangan Keterampilan

17. Kamu punya tiga larutan jernih tidak berwarna dengan volume yang sama, yaitu A, B, dan C. Kamu tambahkan tiga tetes larutan indikator fenolftalein pada masing-masing larutan. Larutan A dan B tetap jernih tidak berwarna, tetapi larutan C berubah menjadi merah. Bila kamu tambahkan larutan C ke dalam larutan A, campuran larutan menjadi jernih tidak berwarna. Bila kamu tambahkan larutan C ke dalam larutan B, maka campuran larutan berwarna merah. Apa yang dapat kamu inferensikan dari masing-masing larutan tersebut? Mana dari larutan yang mempunyai pH 7?

Tiada gading yang tak retak. Kelemahan yang masih ada dalam buku ini menjadi tanggungjawab kami untuk memperbaikinya. Mohon kritik dan saran yang bersifat membangun, demi kesempurnaan buku ini di waktu yang akan datang. Semoga buku ini membantu siswa dan memberi kemudahan bagi guru. Terima kasih.

Salam IPA

Penulis

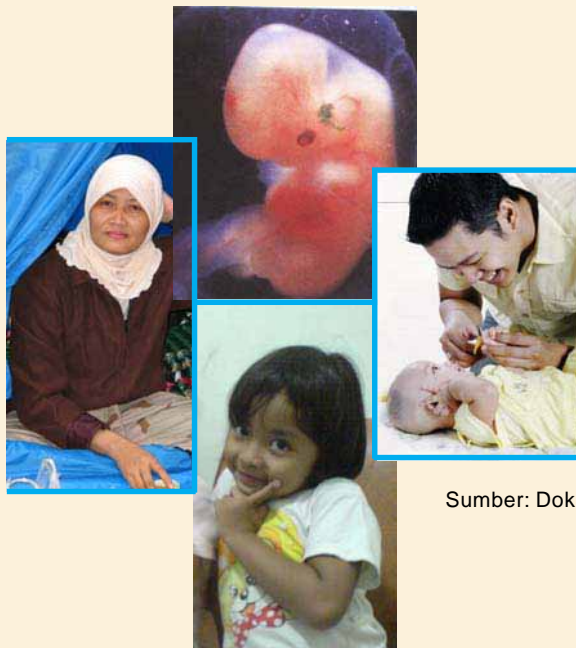
Diunduh dari BSE.Mahoni.com

Daftar Isi

BAB 1

Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia

A. Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia

B. Tahap-tahap Perkembangan Manusia

Sumber: Dok. Penulis.

Peta Konsep

Peta Konsep Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia

Peta KonsepTahap Perkembangan Manusia

BAB 1

Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia

Pada makhluk hidup terjadi proses-proses tertentu untuk menopang kehidupannya. Proses-proses tersebut menunjukkan ciri-ciri tertentu dari makhluk hidup yang membedakannya dengan benda mati. Beberapa proses yang menunjukkan ciri kehidupan antara lain tumbuh, berkembang, bergerak, mencerna makanan, bernapas, dan mengedarkan zat-zat yang diperlukan oleh tubuh. Kegiatan berikut akan menunjukkan salah satu proses kehidupan, yaitu pertumbuhan dan perkembangan.

Kegiatan Penyelidikan

Pertumbuhan dan Perkembangan Kupu-kupu

Bagaimana perubahan bentuk kupu-kupu selama perkembangannya? Perubahannya mudah untuk diamati, sebab hewan ini memiliki siklus hidup relatif pendek.

Apa yang harus kamu lakukan?

Kamu akan mengamati tahapan selama pertumbuhan dan perkembangan kupu-kupu.

1. Gurumu sudah menyiapkan botol-botol berisi telur kupu , larva kupu-kupu, kepompong, dan sebuah botol berisi kupu-kupu.
2. Dengan menggunakan kaca pembesar dan tanpa membuka botol, amatilah telur kupu, ulat, kepompong, dan kupu-kupu tersebut!

Jurnal IPA

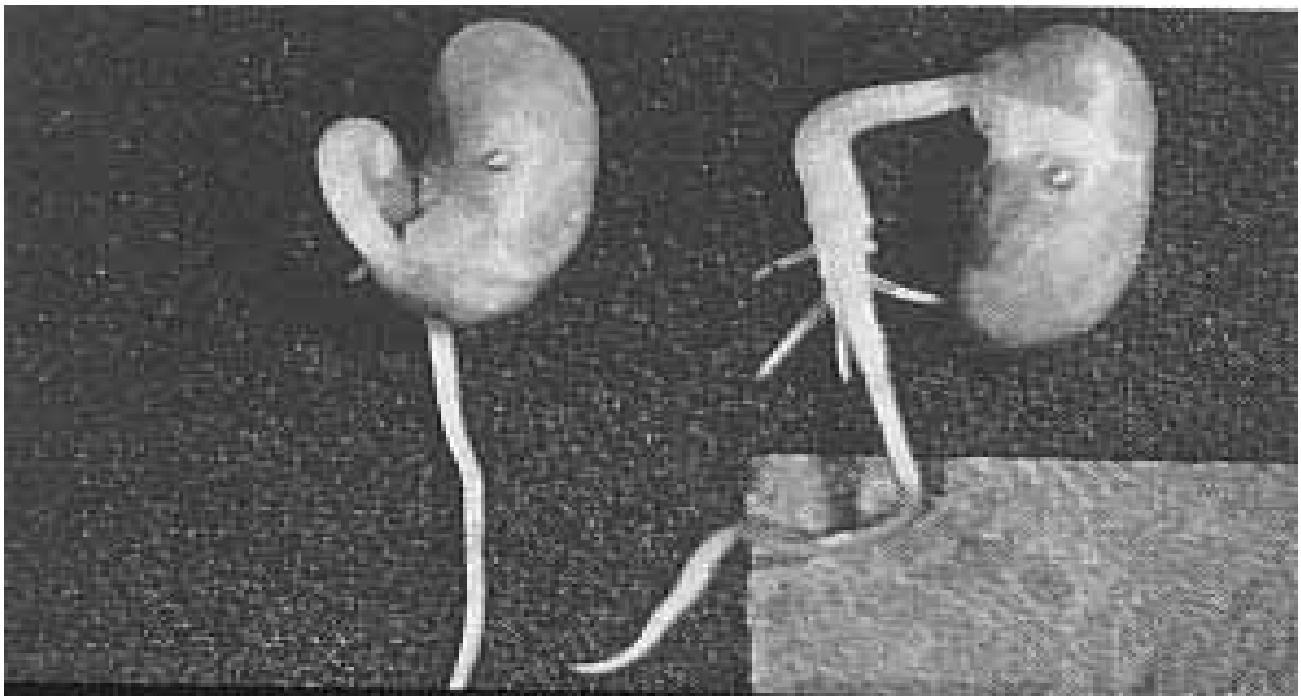
Catatlah hasil pengamatanmu pada buku catatan IPA mu! Ada berapa tahap perkembangan yang kamu amati ? Jelaskan perkembangan yang kamu amati tersebut! Gambarlah tiap tahap dan susunlah gambarmu sehingga menyusun satu siklus hidup kupu-kupu.

Pertumbuhan dan Perkembangan

Bagaimana perubahan yang terjadi pada hewan selama masa hidupnya? Bandingkan antara ayam dan kupu-kupu. Keduanya berubah karena tumbuh, tetapi dengan cara yang berbeda.

Setiap makhluk hidup mengalami perubahan sepanjang masa hidupnya. Perubahan tersebut terkadang menunjukkan pertambahan **ukuran**, dari kecil menjadi besar, dari pendek menjadi tinggi, dari ringan menjadi berat, dan seterusnya. Perkecambahan dari biji seperti **Gambar 1.1** menunjukkan pertumbuhan tersebut. Perubahan yang terjadi pada kecambah tersebut misalnya pada ukuran kecambah yang semain lama menjadi semakin panjang, hingga sampai batas tertentu.

Kata-kata IPA

Pertumbuhan
Perkembangan Lingkungan
Respon
Komunikasi

Gambar 1.1
Selama perkecambahan, kacang ini mengalami pertambahan ukuran.

Sumber: Kaskel,1995

Lab Mini 1.1

Perkembangan Pembentukan Buah

Carilah pohon mangga yang sedang berbunga. Pilihlah beberapa bunga, berilah tanda. Amatilah perubahan yang terjadi setiap hari sampai terbentuknya buah masak. Catatlah hasil pengamatanmu dalam jurnal IPAmu.

Perubahan apa yang tampak saat buah menjadi matang? Perubahan itu termasuk perkembangan.

Pertambahan volume yang terjadi karena pertambahan materi hidup dikenal dengan nama pertumbuhan. Pertambahan ini dapat diukur dengan alat ukur tertentu, atau lebih umum dikenal sebagai ukuran kuantitatif. Sebagai contoh daun mengalami pertambahan panjang dan lebar yang dapat diukur dan dinyatakan dalam sentimeter. Daun tersebut dikatakan mengalami pertumbuhan.

Perubahan lain yang dapat terjadi sepanjang masa hidupnya adalah perubahan yang mengarah pada kedewasaan atau perubahan-perubahan yang tidak dapat diukur dengan alat ukur. Sebagai contoh pada kegiatan penyelidikan yang telah kamu lakukan, kamu dapat mengamati perubahan biji menjadi kecambah. Selama itu terjadi, tidak ada perubahan ukuran yang berarti, berat biji tidak bertambah, tetapi terjadi proses perubahan penting, yaitu tumbuhnya akar dan tunas.

Contoh lain pada ayam yang menginjak dewasa, akan mengalami perubahan memasuki fase reproduktif, yaitu menghasilkan telur. Tidak ada pertambahan ukuran tubuh, tetapi ada perubahan penting, yaitu memasuki masa reproduktif. Perubahan yang demikian lebih dikenal sebagai **perkembangan**. Pada proses perkembangan perubahan yang terjadi lebih bersifat kualitatif, tidak bisa diukur dengan alat ukur. Pada saat telur akan menetas, tidak ada pertambahan ukuran pada telur ayam, tetapi ada proses perkembangan yang penting, yaitu menetasnya telur menghasilkan anak ayam. Perhatikan juga **Gambar 1.2** yang menunjukkan keluarnya kupu dari kepompong.

Sumber: Microsoft Encarta 2005

Gambar 1.2
Keluarnya kupu dari kepompong adalah contoh proses perkembangan.

Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Perkembangan

Pertumbuhan dan perkembangan setiap makhluk hidup terjadi karena pengaruh berbagai faktor. Faktor dari dalam tubuh bekerja sama dengan faktor lingkungan akan menentukan pertumbuhan dan perkembangan.

Faktor dari dalam atau faktor internal salah satunya ditentukan oleh hormon tubuh. Pertambahan panjang batang pohon terjadi karena aktivitas hormon auksin yang menyebabkan pertambahan ukuran dan jumlah sel, sehingga menyebabkan pohon bertambah tinggi.

Faktor dari luar atau faktor eksternal berkaitan dengan segala sesuatu yang ada di lingkungan, seperti: nutrisi, udara, air, tanah, dan sinar matahari.

Sinar matahari sebagai salah satu faktor lingkungan sangat diperlukan oleh tumbuhan. Banyaknya sinar matahari mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan tumbuhan. Banyak sedikitnya klorofil, pembentukan tunas, pembentukan bunga, dan kemampuan membentuk serta menyimpan makanan sangat tergantung pada sinar matahari.

Tubuh makhluk hidup sebagian besar terdiri dari air. Air merupakan pelarut berbagai bahan. Semua zat gizi dapat dimanfaatkan oleh tubuh makhluk hidup karena terlarut dalam air. Demikian juga semua bahan yang harus dibuang dari tubuh, harus dapat dilarutkan dalam air.

Membuat Poster

Udara dan tanah juga merupakan faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan. Carilah bahan bacaan dari surat kabar dan majalah tentang pengaruh faktor eksternal terhadap pertumbuhan. Buatlah kliping tentang hal itu pada kertas karton, berilah judul, dan tempelkan di dinding kelasmu

Pertumbuhan dan perkembangan pada makhluk hidup pada hakikatnya merupakan ekspresi tanggapan terhadap lingkungan yang dipengaruhi oleh faktor dari dalam tubuh organisme tersebut. Setiap makhluk hidup memberi tanggapan terhadap perubahan lingkungan. Jika makhluk hidup menanggapi suatu perubahan, reaksi yang ditunjukkan dapat terlihat dalam berbagai bentuk (Gambar 1.3).

A

Pernahkah kamu memperhatikan bagaimana tumbuhan dan serangga menanggapi cahaya? Tumbuhan akan tumbuh membengkok ke arah cahaya. Serangga akan terbang mendekati sinar. Itu semua karena adanya interaksi faktor dari dalam tubuh makhluk hidup dengan faktor lingkungan.

B

Sumber: Microsoft Encarta 2005

Gambar 1.3
A. Bunga matahari memberi tanggapan dengan bergerak ke arah datangnya cahaya matahari.
B. Alat pembelit melilit sebagai bentuk tanggapan terhadap sentuhan

Nutrisi Yang Dibutuhkan Tumbuhan Hijau

Tumbuhan hijau membutuhkan nutrisi yang umumnya dalam bentuk mineral yang diserap oleh tumbuhan hijau dari tanah melalui sistem perakaran, kemudian diangkut ke daun dengan bantuan jaringan pembuluh kayu (*xilem*).

Proses pengambilan mineral oleh tumbuhan berbeda-beda tergantung pada jenis mineralnya. Sejumlah tumbuhan tertentu mampu mengambil nitrogen bebas dari udara dengan bantuan jasad renik melalui proses yang dikenal dengan nama fiksasi nitrogen (pengikatan nitrogen). Pada kebanyakan tumbuhan, nitrogen diambil dari dalam tanah dari mineral dalam bentuk ion-ion. Namun demikian, tanaman kopi mampu mengambil nitrogen langsung dari udara melalui daunnya.

Terdapat beberapa unsur yang diperlukan oleh tumbuhan dalam jumlah besar, yaitu karbon (C), Oksigen (O), Hidrogen (H), dan Nitrogen (N). Di samping itu juga diperlukan unsur P (fosfor). Kelima unsur ini merupakan penyusun utama tubuh tumbuhan.

Dinding sel tumbuhan disusun oleh unsur C, H, dan O. Protein yang merupakan penyusun utama sitoplasma (cairan sel) disusun oleh unsur C, H, O, dan N. Begitu pula asam inti yang merupakan penyusun kromosom dan intisel, yang tersusun dari unsur C, H, O, N, dan P. Karbohidrat dan lemak juga merupakan penyusun sitoplasma pada beberapa sel tumbuhan, tersusun dari unsur C, H, dan O.

Berfikir Kritis

Tumbuhan adalah makhluk hidup. Ciri makhluk hidup adalah membutuhkan makanan. Mengapa tumbuhan dikatakan tidak makan, padahal tumbuhan adalah makhluk hidup?

Di samping unsur tersebut masih terdapat 12 unsur lain yang diperlukan oleh tumbuhan, terutama untuk membangun tubuhnya. Keduabelas unsur tersebut adalah sebagai berikut.

1. **Belerang (Sulfur=S)**, terdapat di dalam asam amino, yang menyusun protein. Meskipun dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit, namun ketidakadaan belerang, menyebabkan asam amino tertentu yang dibutuhkan tumbuhan tidak dibentuk.
2. **Zat kapur (kalsium=Ca)**, memiliki bermacam-macam fungsi, antara lain memperkuat dinding sel, menetralisasi asam-asam organik berbahaya yang dihasilkan.
3. **Zat Besi (Magnesium=Mg),** merupakan bagian utama penyusun klorofil. Jika tumbuhan tidak memiliki cukup banyak magnesium, tumbuhan akan menjadi pucat (klorosis). Magnesium juga digunakan untuk membantu kerja enzim di dalam sel tumbuhan.
4. **Fosfor(P),** berada di dalam tumbuhan terutama berfungsi sebagai penyusun kromosom dan senyawa lemak (fosfolipid), pembentuk membran sel. Fosfor juga amat penting pada proses pengubahan energi.

Unsur fosfor, magnesium, kalsium, dan belerang diperlukan dalam jumlah yang banyak sehingga disebut sebagai unsur makro. Delapan unsur sisa yang diperlukan tumbuhan hijau adalah Kalium (K), Besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Molybdenum (Mo), Boron (B), Klorin (Cl). Unsur-unsur tersebut memainkan peranan dalam membantu kerja enzim.

Pertumbuhan Hewan

Hewan adalah makhluk hidup yang dapat makan, bergerak, dan berkembangbiak. Siklus hidupnya dimulai dari lahir, tumbuh, menjadi dewasa, berkembangbiak, dan akhirnya mati. Selama menjalani siklus tersebut terjadi banyak sekali perubahan, baik bentuk maupun ukurannya Berikut adalah contoh peristiwa yang terjadi pada hewan terkait dengan pertumbuhan dan perkembangan

Metamorfosis

Beberapa hewan, seperti kupu-kupu yang sering kamu lihat, selalu melalui tahap metamorfosis saat mereka tumbuh

Lab Mini 1.2

Dari mana datangnya air di dalam buah kelapa ?

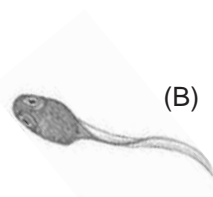
Carilah batang kelapa yang telah ditebang sampai pangkalnya. Buatlah sumuran kecil di tengah batang itu. Tunggulah beberapa saat. Apa yang terjadi di dalam sumur yang baru kamu buat itu? Dari mana datangnya air itu?

dan berkembang menjadi dewasa. Metamorfosis berlangsung melalui beberapa tahap, dan semua tahapannya memiliki bentuk yang sangat berbeda dari bentuk hewan dewasanya.

Selain kupu-kupu, katak juga melalui tahapan perkembangan yang berbeda selama perkembangannya (Gambar 1.4). Awal kehidupannya dimulai sebagai zigot dalam telur yang telah difertilisasi. Telur menetas dan keluarlah berudu dari dalamnya. Berudu dapat berenang menuju tumbuh-tumbuhan kecil untuk mencari makan. Berudu terus tumbuh, dan bentuk tubuhnya berubah. Tungkai mulai nampak, paru-paru mulai tumbuh, serta gigi juga mulai tumbuh dalam rongga mulut berudu. Saat itu dimulailah perubahan-perubahan yang dapat mendukung berlangsungnya kehidupan di darat. Sejak hewan ini mengalami pertumbuhan tungkai, berudu tidak lagi mengalami pertumbuhan ekor.

(A)

Telur yang telah dibuahi berkembang menjadi massa berlendir yang berfungsi sebagai "jangkar" atau "penambat" telur dalam air, sehingga tidak hanyut oleh arus air. Telur-telur akan menetas dalam satu minggu atau lebih .

(B)

Berudu yang keluar dari telur mempunyai ekor yang panjang dan insang sehingga dapat bergerak serta mengambil orsigen dalam air

(C)

Perlahan-lahan kaki berudu tumbuh dan berkembang

(D) Katak dewasa yang tidak lagi memiliki ekor.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 1.4
Siklus hidup katak yang melalui beberapa tahapan dalam metamorfosis.

Kupu-kupu yang kamu lihat adalah bentuk dewasa yang telah melalui metamorfosis dengan lengkap , yang tahap-tahapnya adalah telur, larva, pupa dan individu dewasa (Gambar 1.5).

Satu saat larva menjadi tidak aktif, dan berubah menjadi pupa. Pada tahap ini tampak adanya kulit jangat yang secara keseluruhan membentuk jaringan pembungkus. Kupu-kupu dewasa akan muncul dengan bentuk yang sama sekali berbeda, dan tidak lagi tampak seperti ulat.

Belalang memiliki tipe perubahan bentuk yang berbeda. Metamorfosisnya tergolong tidak lengkap, dan melibatkan tiga tahap, yaitu telur, nimfa, dan individu dewasa.

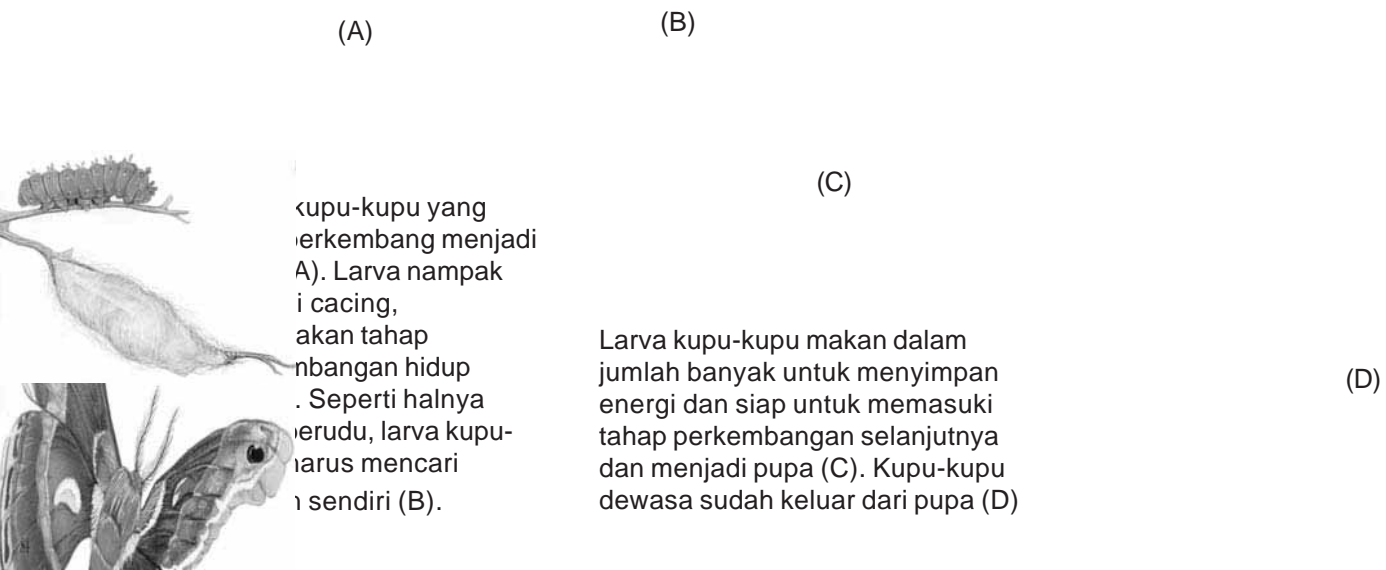
(A)

(B)

(C)

kupu-kupu yang
erkembang menjadi
A). Larva nampak
i cacing,
akan tahap
nbangan hidup
. Seperti halnya
erudu, larva kupu-
harus mencari
n sendiri (B).

Larva kupu-kupu makan dalam jumlah banyak untuk menyimpan energi dan siap untuk memasuki tahap perkembangan selanjutnya dan menjadi pupa (C). Kupu-kupu dewasa sudah keluar dari pupa (D)

(D)

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 1.5
Siklus hidup kupu-kupu yang melalui beberapa tahapan metamorfosis.

Ketika kamu berjalan-jalan di rerumputan di awal musim kemarau, dapat menjumpai banyak belalang melompat keluar dari rerumputan saat kamu mengusik rerumputan tersebut. Amatilah lebih dekat beberapa belalang tersebut, maka kamu dapat mengetahui bahwa dalam beberapa hal mereka mirip dengan belalang dewasa. Nimfa belalang berukuran lebih kecil dibandingkan belalang dewasa dan tidak memiliki sayap, tetapi secara keseluruhan bentuknya sama dengan hewan dewasa (**Gambar 1.6**). Namun demikian untuk hewan tertentu dalam mencapai fase dewasa mengalami pergantian selaput pelindung (mirip bentuk kepompong) (lihat **Gambar 1.7**). Sayap dan sistem reproduksi pada nimfa terus tumbuh dan berkembang sampai suatu saat ia akan mencapai tahap dewasa, dan benar-benar siap untuk melanjutkan siklus hidup melalui perkawinan dan menghasilkan belalang-belalang muda.

A. Nimfa belalang mirip dengan belalang dewasa.

B. Belalang dewasa memiliki sayap yang telah berkembang sempurna.

Sumber: Microsoft Encarta 2005

Gambar 1.6
Siklus hidup belalang yang tergolong dalam metamorfosis tak sempurna.

Gambar 1.7
Setelah keluar dari selaput pelindung, capung kemudian mengalami tahap perkembangan organ-organ tubuh menjadi bentuk dewasa

Intisari Sub Bab

1. Bedakan pengertian antara pertumbuhan dan perkembangan beserta contohnya.
2. Ceritakan tentang pertumbuhan pohon kelapa mulai biji sampai menghasilkan buah.

Bina Keterampilan

Mengamati

Carilah jentik-jentik nyamuk, peliharalah di tempat yang tertutup kain tipis. Amatilah perubahan yang terjadi. Carilah sumber bacaan tentang nyamuk. Bandingkan apa yang kamu amati dan apa yang kamu baca tersebut. Tulislah dalam paragraf singkat tentang perkembangan yang terjadi semenjak telur hingga menjadi nyamuk dewasa.

Tahap-tahap Perkembangan Manusia

B

Kata-kata IPA
Pembuahan
Janin
Bayi
Anak-anak
Adolesen
Pubertas
Dewasa

Ketika masih bayi orang tuamu dengan penuh kasih sayang membimbing belajar merangkak, berjalan, dan melatih keterampilan yang lain sehingga bertambah lama kamu bertambah pintar. Pada saat kamu dewasa nanti akan menikah, mempunyai anak, dan akhirnya menjadi tua. Pada bagian ini kalian akan mempelajari perkembangan manusia yang dimulai dari proses pembuahan hingga usia tua.

Pertumbuhan dan perkembangan adalah dua hal yang tidak dapat dipisahkan. Pertumbuhan dihubungkan dengan penambahan jumlah dan ukuran sel tubuh manusia, sedangkan perkembangan dihubungkan dengan kematangan fungsi alat tubuh.

Ada 2 faktor yang menentukan pertumbuhan dan perkembangan yaitu faktor internal, berupa faktor keturunan (genetik) dan faktor eksternal berupa lingkungan. Faktor keturunan adalah faktor bawaan yang menunjukkan potensi anak. Faktor ini menjadi ciri khas yang tidak dapat diubah lingkungan.

Adapun faktor lingkungan merupakan faktor yang menentukan perkembangan potensi anak. Faktor ini mempunyai banyak aspek dan dapat diubah.

Manusia mengalami perubahan kecepatan dalam proses pertumbuhan dan perkembangan. Pertumbuhan dan perkembangan maksimum terjadi pada akhir masa janin dan kemudian menurun ketika bayi. Saat menjelang dewasa, percepatan pertumbuhan dan perkembangan meningkat lagi, kemudian menurun dan berhenti pada saat dewasa.

Manusia harus berkembang biak, agar kehidupan di bumi dapat berlanjut. Cara manusia berkembang biak sangat mirip dengan mamalia yang lain. Sejak lahir, anak perempuan memiliki banyak sel telur pada dua kelenjar, yang disebut ovarium. Ovarium terletak di dalam perut bagian bawah. Sejak masa pubertas, satu dari sel-sel telur itu dilepaskan tiap bulan sebagai bagian dari siklus haid. Sedangkan, anak laki-laki

Sumber: Dok. Penulis

Mengamati dan Mengidentifikasi

Amatilah serangkaian gambar di atas. Selanjutnya, jelaskan bagaimanakan tahapan perkembangan manusia.

menghasilkan sel-sel kecil berbentuk berudu yang disebut spermatozoid (jamak = spermatozoa).

Sejak memasuki pubertas barulah sel-sel ini akan mulai dapat berfungsi. Spermatozoa ini dihasilkan dari organ kelamin yang bernama testis. Jika spermatozoid bertemu dengan sel telur yang sudah masak, maka akan terjadi pembuahan.

Pembuahan

Perjalanan 9 bulan menuju kelahiran seorang bayi dimulai ketika sebuah sel sperma bertemu dengan sel telur. Ada jutaan sel spermatozoa yang mencapai telur, tetapi hanya satu spermatozoid yang dapat menembus lapisan luar sel telur. Begitu hal itu terjadi, bahan genetik dalam sel telur (23 kromosom) akan bergabung dengan bahan genetik dalam spermatozoid (23 kromosom) membentuk sebuah rangkaian lengkap, yaitu 46 kromosom. Proses penggabungan sperma dan sel telur beserta kromosom dari keduanya disebut pembuahan atau konsepsi atau fertilisasi.

Telur yang sudah dibuahi membelah diri menjadi 2 sel dalam 36 jam, lalu menjadi 4 sel dalam 48 jam, kemudian menjadi 8 sel, dan seterusnya. Embrio masuk rahim sekitar 3 hari sesudah pembuahan. Bentuknya berupa bola padat yang terdiri dari 16-32 sel (Gambar 1.8)

Sumber: Daniel Lucy, 1995

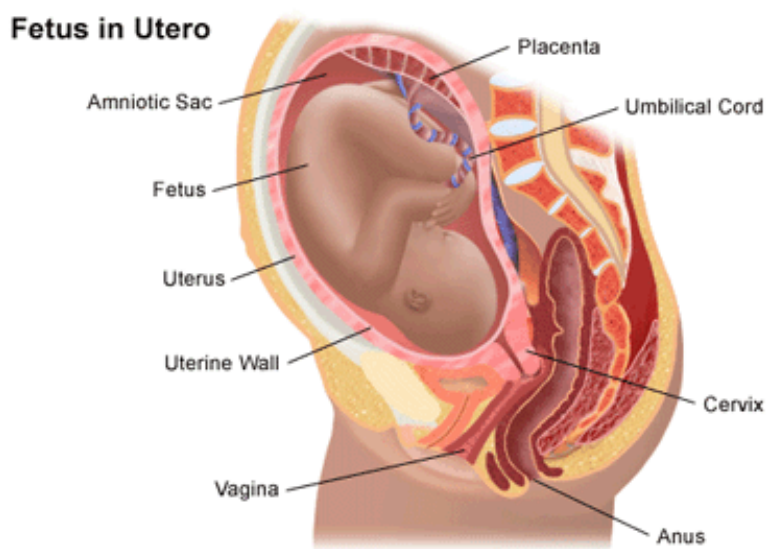
Gambar 1.8
Proses pembuahan

Sekitar 1 minggu setelah pembuahan, bola sel memendamkan diri dalam lapisan rahim yang kaya akan darah dan menyerap zat makanan dari sana. Sel itu terus membelah diri, membentuk jaringan tubuh pertama, seperti pembuluh darah dan saraf. Secara bertahap bola sel menekuk dan memutar, sehingga dasar tubuh terbentuk. Sementara itu, sel lain membentuk plasenta, yaitu organ berbentuk cawan di lapisan rahim. Di dalam plasenta darah bayi mengalir sangat dekat dengan darah ibunya. Lewat plasenta inilah oksigen dan zat makanan yang sangat penting mengalir dari ibu ke bayi, sementara hasil buangan mengalir ke arah yang berlawanan.

Pada usia lima minggu panjang bayi berkisar 10 mm. Wujud kepala, punggung, dan jantungnya mulai tampak. Mulut dan mata mulai terbentuk. Kaki dan tangan terbentuk seperti kuncup yang gempal. Pada tahap ini, bayi disebut embrio.

Pada usia delapan minggu panjang bayi sekitar 25 mm dan semua bagian utama tubuh telah terbentuk. Bahkan jari tangan dan kakipun sudah terbentuk. Pada tahap ini, bayi disebut janin.

Pada usia duabelas minggu sel-sel tetap aktif membelah diri dan berkembang serta membentuk kelengkapan akhir tubuh, seperti kelopak mata, kuku tangan, dan kuku kaki. Panjang bayi sekitar 13 cm. Waktu yang tersisa masih ada 28 minggu sebelum bayi dilahirkan.

Bayi yang sedang berkembang hidup di dunia yang berair di dalam rahim. Di dalam rahim, cairan ketuban (*amnion*) melindungi bayi terhadap benturan, cahaya terang, dan kebisingan di luar. Namun demikian, bayi dapat mendengar detak jantung dan suara proses pencernaan makanan dalam usus ibunya. Posisi bayi di dalam kandungan disajikan dalam **Gambar 1.9**.

Sumber: Dokumen penulis

Gambar 1.9
Posisi bayi, plasenta, dan air ketuban

Bagaimana Janin Memperoleh Makanan?

Janin menerima semua zat hara dan oksigen dari pasokan darah ibunya. Tetapi, darah janin itu tak pernah langsung bercampur dengan darah ibunya. Janin membuat darah sendiri, yang mengalir lewat tali pusar menuju plasenta.

Bagian bawah plasenta tertanam ke dinding rahim. Pembuluh darah menghubungkan plasenta dengan jaringan rahim lewat tonjolan-tonjolan mirip jari yang disebut vilus korion. Di sekitar vilus korion, yaitu di sela intervilus, terdapat darah ibu. Melalui suatu lapisan jaringan tipis yang disebut trofoblas, ibu dan janin mempertukarkan zat hara, gas-gas dan sisa buangan.

Makanan dan oksigen dari ibu merembes lewat trofoblas ke vena janin, dan sisa metabolisme disalurkan dari janin ke darah ibu untuk dibuang.

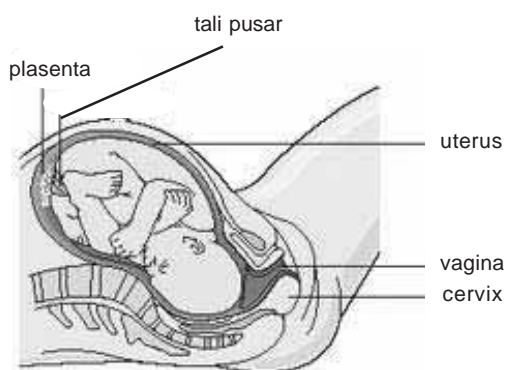
Tali Pusar

Di dalam tali pusar terdapat dua arteri dan satu vena yang menghubungkan janin dengan plasenta. Tali ini berbentuk spiral (tidak lurus seperti selang), panjang, dan cukup lentur sehingga tetap aman sewaktu janin bergerak. Ketika bayi itu lahir dan dapat bernapas serta makan sendiri, tali itu dipotong, dan meninggalkan bekas di perut, disebut pusar.

Kelahiran Bayi

Setelah sembilan bulan berkembang di dalam rahim ibu, bayi akan segera terlahirkan. Di dalam rahim ibu yang diselubungi oleh kantung ketuban, bayi akan merasa hangat, basah, gelap dan pada kondisi yang terlindungi. Setelah bayi tersebut terlahirkan akan mendapatkan lingkungan yang berbeda sama sekali. Lingkungan baru tersebut terasa lebih dingin, kering, terang, dan tidak terlindungi oleh sesuatu.

Gambar 1.10 (a)

Proses kelahiran diawali dengan kontraksi otot-otot rahim, perhatikan **Gambar 1.10 (a), (b),** dan **(c).** Kontraksi tersebut semakin kuat dan berulang-ulang, kemudian kantung ketuban mulai

pecah dan mengeluarkan cairan. Cairan ini dikenal dengan air ketuban. Dalam beberapa jam, kontraksi tersebut menyebabkan terbukanya mulut uterus menjadi lebih luas untuk dilalui oleh bayi. Dengan kekuatan dan kontraksi penuh akan mendorong bayi melewati vagina dan keluar menuju lingkungan baru. Kadang-kadang seorang ibu memiliki pinggul kecil, sehingga terlalu sempit untuk dapat dilalui oleh bayi. Pada kejadian lain, posisi bayi tidak tepat, sehingga sulit untuk dilahirkan secara normal. Pada kasus seperti ini, bayi akan dikeluarkan dari rahim ibu melalui pembedahan perut. Proses seperti ini dikenal dengan bedah cesar.

Gambar 1.10 (b)

Pada saat terlahir, bayi masih berhubungan dengan plasenta melalui tali pusar. Setelah lahir, tali pusar dipotong oleh dokter, setelah itu bayi akan menghirup oksigen tanpa melewati saluran tali pusar lagi. Bayi akan menangis, tangisan bayi akan menyebabkan masuknya udara pada paru-paru bayi.

Balita dan Anak-Anak

Gambar 1.10 (c)

Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 1.10
Tahapan kelahiran bayi

Empat minggu pertama setelah lahir dikenal dengan
atal artinya kelahiran baru. Selama waktu ini
ak dapat menyesuaikan hidup di luar uterus.
seperti pernapasan, pencernaan, dan ekskresi
an oleh bayi itu sendiri.

ngan berikutnya adalah periode dari neona-
sia satu tahun. Dalam periode ini bayi
mengalami pertumbuhan dan perkembangan baik secara mental maupun dalam keterampilan fisik. Keterampilan awal yang dimiliki adalah kemampuan tersenyum dan biasanya terjadi di usia enam minggu. Pada usia empat bulan bayi sudah dapat tertawa, bangun ketika mendengar sesuatu dan telah mengenal wajah ibunya. Pada delapan bulan, bayi mulai berkata-kata untuk beberapa kata sederhana seperti *mama*, *cucu* kalau menyebut susu. Satu kejadian besar di usia satu tahun adalah berdiri tanpa pertolongan siapapun maupun penopang apapun selama beberapa detik.

Setelah melewati masa bayi, maka berikutnya adalah masa anak-anak, yaitu usia 1 hingga 12 tahun. Dalam periode ini, pertumbuhan fisik mulai meningkat baik tinggi

Siapakah yang harus merawat balita?

Apakah kamu berpikir bahwa semua urusan dalam merawat bayi merupakan tanggungjawab ibu? Tulislah sebuah esai yang memaparkan pikiranmu tentang siapa yang merawat balita. Berilah alasan-alasan dan contoh-contoh yang menurutmu dapat mendukung pernyataanmu.

badan maupun berat badan disertai perkembangan koordinasi otot-otot dan kemampuan mental. Dari umur 18 bulan, anak dapat berjalan tanpa bantuan. Antara 2 dan 3 tahun, anak telah dapat mengontrol keinginan untuk kencing dan berak . Pada usia 3 tahun, anak telah dapat berbicara dengan kalimat sederhana. Sampai dengan usia 5 tahun, beberapa anak dapat membaca angka-angka dan huruf-huruf tertentu. Di atas usia ini, anak telah berkembang dalam kemampuan berbicara, menulis, membaca, dan beralasan. Pada usia yang sama, anak telah matang emosinya dan belajar bagaimana bergaul dengan orang lain. Coba ingat usia berapa kalian berbicara? Kata apa yang pertama kamu ucapkan?

Masa Dewasa - Masa Pubertas

Perkembangan berikutnya adalah masa adolesen, kamu berada pada masa ini. Adolesen dimulai dari usia 12 sampai 14 tahun. Bagian dari masa adolesen adalah pubertas. Masih ingat bukan, di awal sudah kita bahas bahwa masa pubertas adalah masa di mana organ reproduksi kita telah matang. Pada wanita, masa pubertas terjadi pada usia 8 sampai 13 tahun. Pada laki-laki, pubertas terjadi antara usia 13 sampai 15 tahun. Salah satu ciri masa pubertas pada wanita adalah mulai terjadi haid (menstruasi). Seorang yang mulai mengalami haid menunjukkan bahwa tubuhnya mulai mempersiapkan diri untuk bisa mengalami kehamilan. Pada saat haid tubuh kita rawan dihinggapi penyakit. Penyakit dapat ditimbulkan karena kita kurang menjaga kesehatan. Oleh karena itu kita harus menjaga kebersihan pada saat haid. Selain itu pada hari-hari biasapun perlu menjaga kebersihan organ reproduksi kita. Hal ini penting dilakukan agar organ-organ kita selalu dalam keadaan sehat.

Lab Mini 1.3

Kapan Imunisasi diberikan?
Carilah informasi kapan dan vaksin apa yang diberikan untuk melindungi bayi dan anak-anak.Laporkan hasilnya pada jurnalmu. Pernahkah kalian mendengar istilah “boster”? Cari tahu apa maksudnya!

Selama pubertas, hormon dihasilkan oleh kelenjar pituitari yang dapat menyebabkan perubahan-perubahan pada tubuh. Pada laki-laki, hormon ini dapat mempengaruhi perubahan berupa mulai tumbuhnya kumis pada daerah sekitar wajah, perubahan suara, otot-otot tubuh semakin kuat dan mulai tumbuh rambut pada ketiak dan permukaan alat kelamin (pada pubis). Pada wanita juga

terjadi perubahan seperti mulai tumbuhnya rambut di ketiak dan permukaan alat kelamin (*mons pubis*) dan mulai mengalami masa haid.

Anak perempuan lebih cepat dewasa daripada anak laki-laki. Anak perempuan mengalami perkembangan rangka maupun seksualnya kira-kira dua tahun lebih cepat dari anak laki-laki. Ciri-ciri kedewasaan ini banyak sekali, ada yang sudah tumbuh buah dada dan rambut sekitar kemaluan pada usia sembilan tahun, ada yang belum mendapatkannya sebelum usia tigabelas atau empat belas tahun. Pada masa pubertas ini kalian mulai memiliki rasa tertarik pada lawan jenis.

Mekanisme kedewasaan yang normal tidak selalu terjadi pada waktu tertentu, tetapi terjadi kapan saja pada kisaran waktu tertentu. Kalau kalian sudah menyadari hal ini maka tidak perlu khawatir bila terjadi kelambanan kedewasaan.

Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 1.11
Wanita usia pubertas. Wanita yang telah mengalami menstruasi menunjukkan ciri fisik yang berbeda dari ciri fisiknya ketika masih kanak-kanak.

Menjaga Kebersihan Diri dalam Kehidupan Sehari-hari dan Saat Menstruasi

Pada saat haid kamu sebaiknya mengurangi aktivitas rutinmu seperti olah raga, maupun aktivitas fisik lainnya. Apa yang kamu gunakan pada saat menstruasi itu tidak masalah, baik handuk kecil maupun pembalut yang sekarang dengan mudah dapat kamu beli di toko. Beberapa cara dapat dilakukan untuk merawat kebersihan diri terutama saat haid, seperti penjelasan di bawah ini.

1. Mandi setiap hari dengan sabun dan air hangat.
2. Sesudah buang air besar, bersihkan daerah dubur, dari depan ke belakang.
3. Gunakan celana dalam yang terbuat dari katun, karena dapat mengisap air dan tembus udara yang diperlukan untuk aliran udara bebas ke bagian luar alat kelamin.
4. Gantilah pembalut sesering mungkin, minimum dua kali sehari, meskipun jumlah darah sedikit saja.
5. Jika keluarnya darah tidak seperti biasa misalnya dalam waktu beberapa menit pembalut sudah basah, tanyakan pada ibumu atau ajaklah orangtuamu untuk konsultasikan pada dokter atau bidan.

Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 1.12
Manusia lanjut usia

Masa Tua

Akhir dari masa perkembangan manusia adalah masa tua, yang di awali dari usia akhir adolesen sampai tua. Beberapa perkembangan terjadi di usia tua. Di awali di usia 20 tahun, coba perhatikan orang di lingkungan sekitarmu yang memiliki usia di atas 20 tahun. Mereka telah menyelesaikan sekolah, bekerja, kemudian menikah dan memulai kehidupan berkeluarga. Pertumbuhan otot dan tulangnya sudah terhenti, artinya sudah tidak dapat lebih tinggi lagi.

Orang yang memiliki umur antara 30-50 tahun berada di masa pertengahan tua. Selama usia ini perkembangan fisik mulai mengalami penurunan. Orang di usia ini sistem peredaran darah dan pernafasannya mulai berkurang efisiensinya. Tulang-tulang mulai agak rapuh dan kulit sudah mulai berkeriput. Orang pada kelompok ini biasanya sibuk dengan keluarganya dan memiliki komitmen kerja yang tinggi. Orang di usia ini biasanya sangat memperhatikan sekali orang-orang yang sudah lanjut usia, dan memperlakukan mereka seperti anak-anak.

Perhatikan dan pikirkan seseorang yang kalian kenal yang berusia di atas 65 tahun! Apa perbedaan orang ini denganmu? Pertengahan lanjut usia terletak pada umur antara 65 sampai 74 tahun. Di usia ini orang sudah harus istirahat dari kesibukan kerja. Masa usia ini biasanya diisi dengan kegiatan yang berkaitan dengan kesenangan mereka / hobi, rekreasi atau menjadi sukarelawan di rumah sakit, sekolah atau kegiatan kemasyarakatan. Beberapa orang di usia ini ada yang mengisi hidupnya dengan kegiatan sosial.

Orang dengan umur di atas 75 tahun adalah lanjut usia. Orang pada kelompok umur ini memerlukan bantuan untuk memenuhi segala kebutuhan hidupnya.

Laporan kegiatan di luar

Wawancarai beberapa orang yang berumur di atas 60 tahun.Tanyakan apa yang mereka lakukan ketika seusiamu. Tanyakan pula apa yang mereka lakukan di usianya saat ini. Laporkan hasilnya dalam jurnalmu.

Intisari Sub Bab

1. Apakah tanda seorang wanita telah siap bereproduksi?
2. Apakah peristiwa menstruasi itu sesuatu peristiwa yang normal?
3. Hitung kapan kamu mengalami menstruasi untuk bulan Juni, jika pada bulan Mei kamu menstruasi pertama pada pada Tanggal 24 dan kamu berada di siklus 28 hari!
4. Apakah yang harus kamu lakukan untuk menjaga kebersihan diri pada masa pubertas baik pada pria maupun wanita?

Rangkuman

A. Perubahan dalam Kehidupan Organisme

1. Pertumbuhan adalah perubahan ukuran pada makhluk hidup yang terjadi selama masa hidupnya.
2. Perubahan ukuran selama pertumbuhan dapat diukur dengan alat ukur berat, panjang, dan jumlah
3. Perkembangan adalah perubahan pada makhluk hidup yang tidak dapat ditentukan dengan satuan pengukuran.
4. Metamorfosis merupakan proses yang menunjukkan perubahan bentuk yang berbeda pada beberapa tahapan pertumbuhan yang berbeda untuk mencapai dewasa. Metamorfosis pada serangga dapat dibedakan menjadi metamorfosis lengkap, yang tahap perkembangannya dimulai dari telur, larva, pupa, dan hewan dewasa.Tahap perkembangan metamorfosis tak lengkap pada serangga misalnya terdiri dari telur, nimfa, dan hewan dewasa.

B. Tahapan Perkembangan Manusia

1. Setelah fertilisasi, zygot akan berkembang menjadi embrio terlindungi oleh kantung ketuban, kemudian berkembang menjadi fetus.
2. Otot-otot rahim berkontraksi, mendorong bayi keluar dari rahim dan vagina.
3. Kembar terjadi bila dua telur difertilisasi, atau setelah fertilisasi terjadi pembelahan.
4. Empat minggu pertama setelah lahir dikenal dengan periode neonatal .
5. Neonatal artinya kelahiran baru selama waktu ini bayi sudah agak dapat menyesuaikan hidup di luar uterus. Adolesen dimulai dari usia 12 sampai 14 tahun. Bagian dari masa adolesen adalah pubertas.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata Kunci IPA berikut dengan ungkapan yang benar di bawahnya

a. Pertumbuhan
b. Perkembangan
c. metamorfosis
d. metagenesis
e. kambium
f. magnesium
g. fosfor

1. Perubahan ukuran pada makhluk hidup yang terjadi selama masa hidupnya
2. Proses pertmbahan jumlah dan ukuran sel.
3. Merupakan bagian utama penyusun klorofil.
4. Unsur dalam tumbuhanm berfungsi utama penyusun kromosom.
5 Pergiliran keturunan dalam siklus hidup tumbuhan paku
6. Proses menuju kedewasaan.

Pengecekan Konsep

1. Pertumbuhan dan perkembangan dapat dibedakan sebagai berikut ...
   a. Pertumbuhan dan perkembangan seumuanya dapat diukur,
   b. Pertumbuhan dapat diukur, tetapi perkembangan tidak.
   c. Tertumbuhan tidak dapat diukur, tetapi perkembangan dapat diukur.
   d. Baik pertumbuhan maupun perkembangan, keduanya tidak dapat diukur.
2. Faktor eksternal berikut ini mempengaruhi pertumbuhan, kecuali ...
   a. Nutrisi
   b. Tanah
   c. Sinar matahari
   d. Hormon
3. Beberapa unsur hara yang diperlukan dalam pembentukan komponen inti sel adalah ...
   a. Karbon, hidrogen, dan oksigen
   b. Belerang, kapur, dan zat besi
   c. Nitrogen, kapur, dan oksigen
   d. Kalium, tembaga, dan mangaan
4. Hewan berikut mengalami metamorfosis lengkap, kecuali ...
   a. Belalang c. Nyamuk
   b. Kupu-kupu d. Capung
5. Bayi dalam kandungan mendapat pasokan makanan melalui saluran yang menghubungkan antara bayi dengan ibu. Saluran tersebut adalah ...
   a. Vilus korion
   b. Tali pusar
   c. Amnion
   d. Trofoblas
6. Periode neonatal adalah masa ...
   a. Perkembangan bayi sejak lahir sampai 4 minggu pertama
   b. Perkembangan bayi dari 4 minggu sampai 1 tahun
   c. Perkembangan bayi 1 tahun sampai 2 tahun
   d. Perkembangan 2 tahun sampai 12 tahun
7. Masa pubertas pria dipengaruhi oleh hormon
   a. Estrogen
   b. Progesteron
   c. Testosteron
   d. FSH
8. Istilah berikut ini berhubungan dengan gangguan menstruasi, kecuali ...
   a. Dismenore
   b. Amenore
   c. Menoragia
   d. Menopause
9. Penebalan dinding rahim dipengaruhi oleh hormon ...
   a. Progesteron
   b. Estrogen
   c. LH
   d. FSH
10. Ovulasi terjadi pada hari ke .... dari siklus menstruasi.
    a. 1
    b. 7
    c. 14
    d. 21

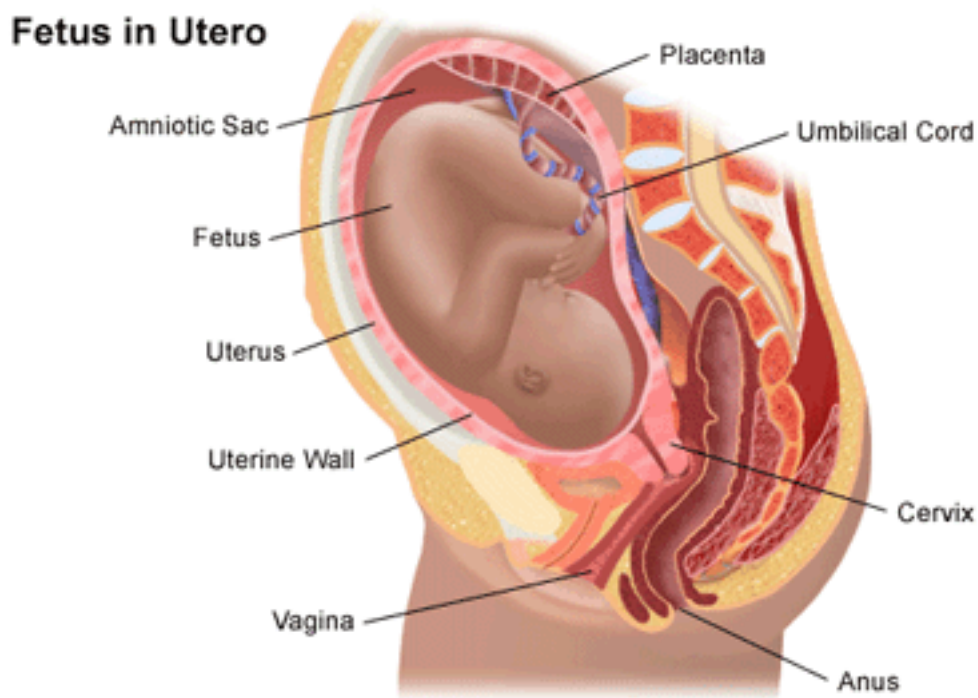
Pemahaman Konsep

11. Jelaskan pengertian metamorfosis!
12. Bandingkan dan bedakan antara metamorfosis lengkap dan metamorfosis tak lengkap!
13. Berilah contoh serangga yang perkembangannya melalui metamorfosis lengkap dan metamorfosis tak lengkap!

Berpikir Kritis

14. Saat musim kemarau, proses perkembangan apa yang terjadi di hutan-hutan jati? Mengapa demikian.
15. Ceritakan tentang pertumbuhan pohon kelapa mulai biji sampai menghasilkan buah.
16. **Membaca.** Carilah bacaan di majalah atau buku-buku sumber lain yang menceritakan tentang kehidupan lebah madu. Buatlah karangan dengan bahasamu sendiri untuk menceritakan bagaimana pertumbuhan dan perkembangan lebah madu mulai telur sampai hewan dewasa. Jangan lupa kamu sertakan pula lama waktu tiap-tiap fase pertumbuhannya.

Pengembangan Keterampilan

17. Membuat dan menggunakan Tabel. Buatlah suatu tabel yang terdiri dari dua kolom! Kolom pertama tulislah fase metamorfosis kupu. Pada kolom kedua, fase metamorfosisi belalang. Apakah keduanya menunjukkan proses metamorfosis yang sama? Bila tidak jelaskan perbedaannya.
18. **Peta Konsep:** Pelajarilah peta konsep yang ada di awal bab. Buatlah uraian singkat yang menjelaskan peta konsep tersebut.
19. **Menjelaskan Ilustrasi Ilmiah:** Pelajarilah gambar di bawah ini. Selanjutnya, berilah penjelasan terhadap istilah-istilah yang ada pada gambar tersebut.

BAB 2

Sistem Gerak pada Manusia

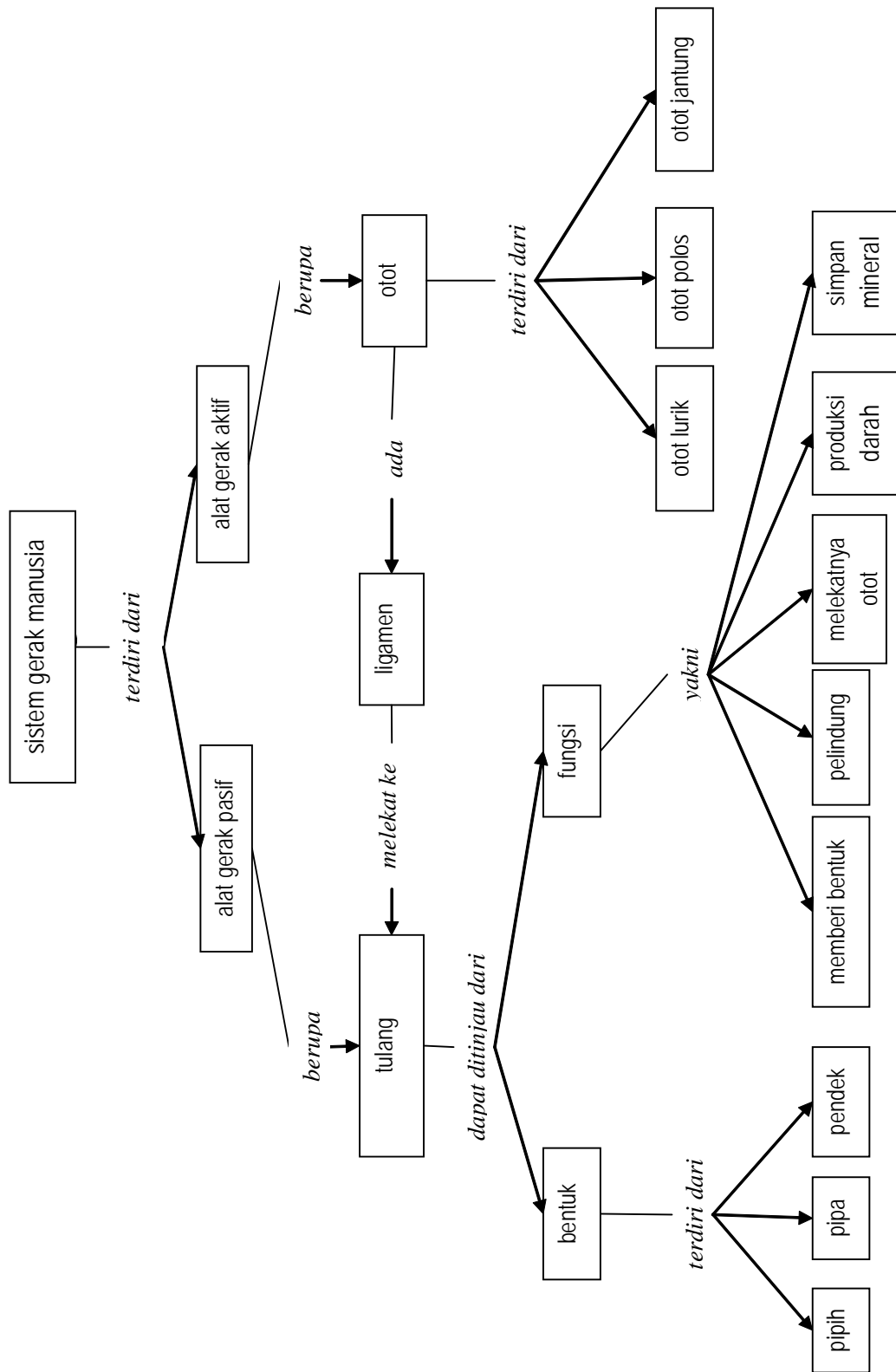
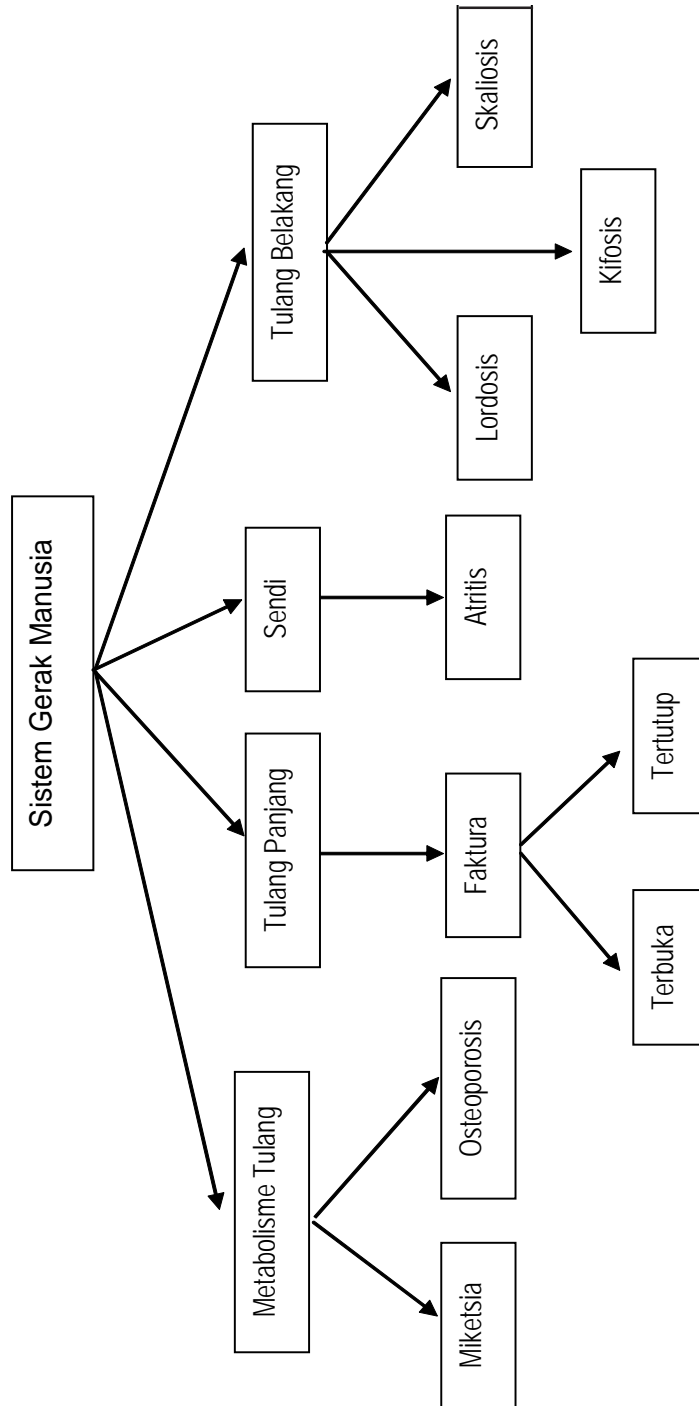
A. Rangka

B. Otot

C. Kelainan pada Sistem Alat Gerak

Peta Konsep

Peta Konsep Sistem Gerak pada Manusia

- sistem gerak manusia *terdiri dari*
  - alat gerak aktif *berupa* otot
    - otot *terdiri dari*
      - otot lurik
      - otot polos
      - otot jantung
    - otot *ada* → ligamen
  - alat gerak pasif *berupa* tulang
    - ligamen *melekat ke* → tulang
    - tulang *dapat ditinjau dari*
      - bentuk *terdiri dari*
        - pipih
        - pipa
        - pendek
      - fungsi *yakni*
        - memberi bentuk
        - pelindung
        - melekatnya otot
        - produksi darah
        - simpan mineral

Peta Konsep Kelainan Sistem Gerak pada Manusia

Sistem Gerak pada Manusia

Tubuhmu memiliki bentuk tertentu. Tubuhmu memiliki rangka yang mendukung dan menjadikannya kuat. Tubuhmu juga memiliki komponen yang membuatnya dapat bergerak atau beraktivitas. Apa saja yang terlibat bila kamu melakukan gerak? Dalam Bab ini kamu akan mempelajari bagaimana tubuhmu melakukan gerak, dan bagian-bagian apa saja yang membuat tubuhmu bergerak. Sebagai langkah awal, lakukan *Kegiatan Penyelidikan* untuk mengeksplorasi bagian tubuhmu yang terlibat saat bergerak.

Kegiatan Penyelidikan

Apa saja yang terlibat bila bagian tubuhmu melakukan kerja?

Apa yang dilakukan?

1. Siapkan sebuah penjepit jemuran dan *stop watch* atau jam yang memiliki penunjuk detik!
2. Peganglah sebuah penjepit jemuran di antara ibu jari dan jari telunjuk tangan! Tekan dan lepaskan penjepit jemuran tadi hingga membuka dan menutup dengan cepat. Lakukan berulang-ulang hingga kedua jari tanganmu lelah!
3. Raba dan pijitlah bagian jari-jari yang melakukan kerja! Adakah bagian yang keras? Disebut apakah bagian ini? Adakah bagian yang lunak? Disebut apakah bagian ini?

Jurnal IPA

Dalam jurnal IPA-mu, catatlah bagian apa saja yang terlibatsaaat jari-jarimu melakukan kerja. Berdasarkan kegiatan di atas, menurut pendapatmu bagian keras atau lunakkah yang merasakan lelah?

Rangka

Pernahkah kamu melihat model rangka manusia di sekolahmu, di tempat praktik dokter atau di tempat lain? Bandingkan dengan Gambar 2.2. Apakah rangka tersebut terdiri atas tulang yang tersusun dari materi kering, seperti batu? Bagaimana dengan tulang-tulang di tubuhmu? Tulang-tulang di dalam tubuhmu adalah materi hidup. Masing-masing tulang dalam tubuhmu adalah organ hidup yang tersusun dari berbagai jaringan. Sel-sel di dalam tulang-tulang ini membutuhkan makanan dan energi seperti sel-sel lain dalam tubuhmu.

Kata-kata IPA

Rangka
Tulang
Periosteum
Sumsum
Sendi
Ligamen

Semua tulang di tubuhmu membentuk **sistem rangka**. Karena mempunyai rangka, kamu bisa berjalan dan berlari. Rangka manusia mempunyai lima fungsi utama. **Pertama**, rangka memberi bentuk dan mendukung tubuh, seperti rangka rumah. **Kedua**, tulang-tulang melindungi organ-organ dalam, misalnya otak, jantung, dan paru-paru. Pada **Gambar 2.1**, terlihat bahwa tulang-tulang rusuk membentuk sangkar tulang yang melindungi jantung dan paru-paru. Selain itu, tengkorak yang keras melindungi otak. **Ketiga**, rangka adalah tempat melekatnya otot-otot utama tubuh, sedangkan otot-otot tersebut menggerakkan tulang. **Keempat**, bebe-rapa tulang mempunyai sumsum tulang merah yang membentuk sel-sel darah merah. Sumsum tulang adalah jaringan lunak di tengah-tengah tulang. **Kelima**, rangka adalah tempat utama untuk menyimpan mineral, yaitu kalsium dan fosfor yang digunakan di dalam tubuh. Kalsium dan fosfor membuat tulang menjadi keras.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.1
Tulang-tulang pada tubuh manusia.

Sebagai bagian dari sistem gerak, rangka tidak dapat bergerak sendiri tanpa digerakkan otot. Oleh karena itu rangka disebut **alat gerak pasif**.

Tulang

Ambillah sebuah tulang ayam, kambing, sapi, atau hewan lain! Rabalah dan amati! Apa yang kamu temukan? Kamu akan menemukan bahwa tulang ini tidak halus. Ada benjolan, pinggiran, ujung bulat, titik-titik kasar, lekukan dan lubang. Masing-masing bagian ini mempunyai fungsi. Lekukan dan tonjolan dipergunakan sebagai tempat menempelnya otot. Lubang dipergunakan untuk keluar masuknya pembuluh-pembuluh darah dan saraf.

Rangkamu mempunyai ± 206 tulang dari berbagai ukuran dan bentuk. Tulang dikelompokkan berdasarkan bentuknya. Gambar 2.25. memperlihatkan tulang pipih (a), tulang panjang (c), tulang pendek (b), dan tak beraturan (d)

Ketika makan, tentunya kamu pernah mencoba memecahkan tulang paha ayam dengan gigimu. Keras bukan? Apakah seluruh bagian tulang tersebut keras? Ketika kamu berhasil memecahkan tulang, cobalah ingat-ingat bagian-bagian dalamnya! Bandingkan bagian yang kamu ingat dengan **Gambar 2.2.**

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.2
Bentuk-bentuk tulang

Tulang paha ayam adalah tulang panjang. Permukaan tulang yang panjang ditutup membran yang menempel dengan kuat, disebut **periosteum**. Pembuluh-pembuluh darah kecil pada periosteum membawa zat-zat makanan ke dalam tulang. Membran ini juga penting dalam pertumbuhan dan perbaikan tulang. Di bawah periosteum terdapat tulang kompak atau disebut juga tulang keras, yaitu suatu lapisan tulang yang keras dan kuat. Tulang kompak mengandung sel-sel tulang, pembuluh-pembuluh darah, zat kapur dan fosfor, serta serabut elastis. Komponen apa yang menyebabkan tulang ini menjadi keras? Untuk menjawab pertanyaan ini lakukan **Kegiatan 2.1.**Kerasnya tulang disebabkan adanya zat kapur dan fosfor. Serabut-serabut elastis mempertahan-kan tulang tetap kuat, tidak mudah rapuh atau patah.

Tulang spons dalam tulang pipa terdapat di daerah ujung tulang. Tulang spons kurang kompak dan mempunyai banyak ruang-ruang kecil terbuka yang membuat tulang menjadi ringan. Tulang panjang mempunyai lubang atau saluran yang besar. Saluran-saluran itu terdapat di tengah tulang panjang diisi oleh

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.3
Bagian penyusun tulang:
a. penampang membujur tulang panjang,
b. penampang melintang tulang keras.

jaringan berlemak yang disebut **sumsum**. Sumsum merah tulang berada di daerah tulang panjang bagian ujung di antara tulang spons, sedangkan sumsum kuning berada di tulang panjang bagian tengah dan sebagian besar berisi lemak. Pada orang sehat, sumsum tulang merah menghasilkan sel-sel darah merah dengan kecepatan sampai tiga juta sel per detik. Sel-sel darah putih juga dihasilkan di dalam sumsum tulang, tetapi lebih sedikit jumlahnya.

Ujung tulang panjangmu ditutup dengan suatu lapisan jaringan tebal lunak dan lentur, yang disebut **tulang rawan** (kartilago). Perhatikan **Gambar 2.3!**

Tulang rawan tersusun atas sel-sel yang dikelilingi oleh matriks protein yang dihasilkan oleh sel-sel tersebut. Selain di ujung-ujung tulang panjang, tulang rawan juga bisa ditemukan di ujung-ujung tulang rusuk, dinding saluran pernapasan, hidung, dan telinga.

Pengamatan

Apa yang menyebabkan tulang menjadi keras?

Untuk mendukung berat tubuhmu, tulang harus keras. Jika tulang lunak, kamu tidak akan dapat berlari, berdiri, atau bahkan duduk. Zat apa yang menyebabkan tulang menjadi keras?

Apa yang dilakukan?

1. Siapkan 2 buah tulang ayam yang sama jenis dan besarnya, misalnya tulang paha!
2. Ambillah dua botol bermulut lebar yang mempunyai tutup misalnya botol selai (seperti gambar di samping)! Isilah botol satu dengan air cuka yang biasa digunakan untuk memasak dan dapat dibeli di toko-toko, sampai bisa menenggelamkan tulang di dalam botol. Tuangkan air sama banyak dengan air cuka dalam botol satu! Beri label masing-masing botol tersebut!

3. Amati keadaan masing-masing tulang tersebut dengan cara membengkokkannya! Bagaimana hasilnya? Masukkan satu tulang ayam ke dalam botol berisi air cuka, dan satu tulang ayam lain ke dalam botol berisi air! Tutuplah botol-botol tersebut dan simpanlah keduanya selama empat hari!
4. Perkirakan apa yang akan terjadi pada tulang-tulang tersebut di hari ke empat! Catat perkiraanmu dalam buku catatanmu!
5. Sesudah empat hari, ambillah masing-masing tulang dari wadahnya dan cucilah dengan bersih! Amati keadaan tulang-tulang tersebut dengan cara membengkok- kannya! Bagaimana tulang-tulang itu sekarang? Tulislah hasil pengamatan-mu dalam tabel pengamatan buatanmu!

Kesimpulan dan Penerapan

1. Berbedakah tulang yang direndam dalam air cuka dengan yang direndam di dalam air? Apa fungsi air cuka dalam perendaman di atas?
2. Jelaskan perbedaannya! Cocokkan penjelasanmu dengan perkiraan yang telah kamu susun dalam buku catatanmu!!
3. Berdasarkan hasil pengamatan, menurut pendapatmu apa yang menyebabkan tulang menjadi keras? Materi apa yang masih tertinggal di dalam larutan setelah tulang direndam selama empat hari dalam air cuka? Bagaimana sifat materi ini?

Diskusi

Cermati kembali data yang kamu peroleh dan langkah kerja yang telah kamu lakukan! Identifikasi apa saja yang kamu anggap baik dan berhasil, dan apa saja yang masih perlu diperbaiki? Catat hasil diskusimu dalam jurnalmu!

Kaitan dengan Kimia

Salah satu mineral yang ditemukan dalam tulang adalah kalsium karbonat. Senyawa ini terkandung dalam lapisan tanah hingga 3,6 persen. Bagaimana hubungan antara kalsium karbonat dan batu kapur? Batu kapur ini dibentuk dari apa?

AIR CUKA AIR

Merancang Pengamatan
Mangamati Tulang

Tulang adalah organ hidup dan tersusun dari berbagai macam jaringan. Jaringan utama apa saja yang menyusun tulang? Seperti apakah jaringan-jaringan itu?

Kamu akan menentukan suatu cara untuk mengamati tulang. Tugasmu pada kegiatan ini adalah melengkapi cara mengidentifikasi, melaksanakan identifikasi dan mendeskripsikan bagian-bagian tulang sapi / kambing / ayam atau hewan lain. Salah satu cara mengamati tulang diuraikan seperti di bawah ini!

Berpikir kritis

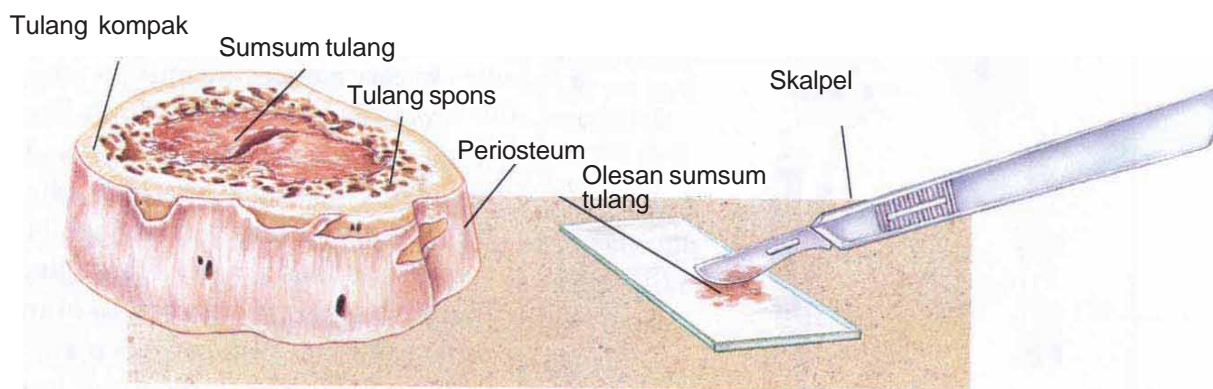
Sebutkan beberapa cara mengamati tulang! Bagaimana kamu mengidentifikasi berbagai jaringan di dalamnya?

Alat dan bahan

Dalam kelompok kooperatif, kamu akan menggunakan:

- tulang
- lup
- skalpel / silet / pisau kecil yang tajam
- kaca benda
- kaca penutup
- pipet tetes
- air
- mikroskop

Apa yang harus kamu lakukan!

1. Buatlah sebuah tabel data untuk mencatat bagian-bagian tulang yang diamati dan penjelasannya!
2. Ambillah sebuah tulang sapi atau tulang lain yang telah dipotong melintang!
3. Amati tulang tersebut dengan lup! Identifikasi bagian-bagian tulang berupa periosteum, tulang kompak, tulang spons, dan sumsum tulang!
4. Gambarlah sebuah diagram tulang dan berilah label bagian-bagian yang telah dapat kamu kenali! Pada tabel tersebut, deskripsikan masing-masing bagian tersebut!
5. Gunakan skalpel untuk mengambil sedikit sumsum tulang merah!
   Perhatian: Berhati-hatilah dalam menggunakan alat-alat tajam!

6. Buatlah sediaan basah dari sumsum tulang tersebut di atas kaca benda untuk diamati di bawah mikroskop! Amati dengan perbesaran lemah! Deskripsikan dan gambar apa yang kamu amati!

Cacatan: Apabila kamu belum bisa membuat sediaan basah atau menggunakan mikroskop dengan benar, mintalah gurumu untuk memberi contoh dengan memperagakannya!

Menyimpulkan dan tukar hasil

1. Bagian-bagian apa saja yang dapat kamu identifikasi pada sediaan tulang?
2. Deskripsikan bagian-bagian tulang yang mengandung sumsum!
3. Ciri khusus apa saja yang dapat membedakan bagian tulang satu dengan bagian-bagian tulang yang lain?
4. Di manakah kamu bisa menemukan tulang spons dan tulang kompak? Berdasarkan letaknya, bandingkan fungsi masing-masing tulang!
5. Dari pengamatanmu, di manakah sebagian besar kalsium disimpan di dalam tulang panjang?

Langkah selanjutnya

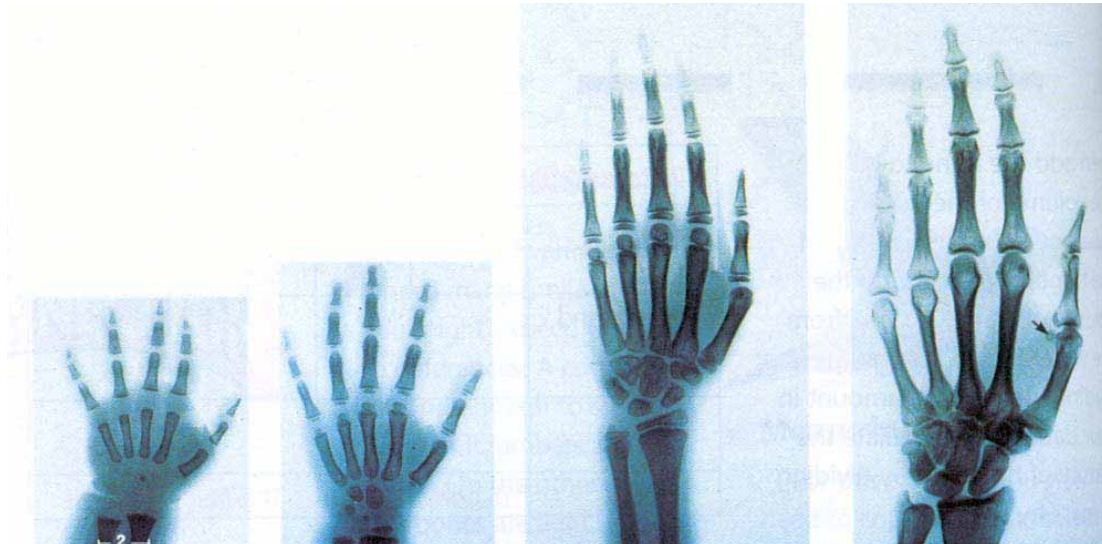
1. Apabila menurutmu langkah kerja di atas kurang lengkap, *lengkapilah* langkah kerja tersebut, atau *rancanglah* cara lain untuk mengamati bagian-bagian tulang!
2. *Bandingkan* tulang paha sapi dengan tulang paha ayam! Apa persamaan dan perbedaannya? Dapatkah kamu menemukan penyesuaian pada tulang ayam yang berhubungan dengan kemampuan ayam untuk bisa terbang?

Diskusi

Cermati kembali data yang kamu peroleh dan langkah kerja yang telah kamu lakukan! Identifikasi apa saja yang kamu anggap baik dan berhasil, dan apa saja yang masih perlu diperbaiki dalam kegiatan ini!

Perkembangan Tulang

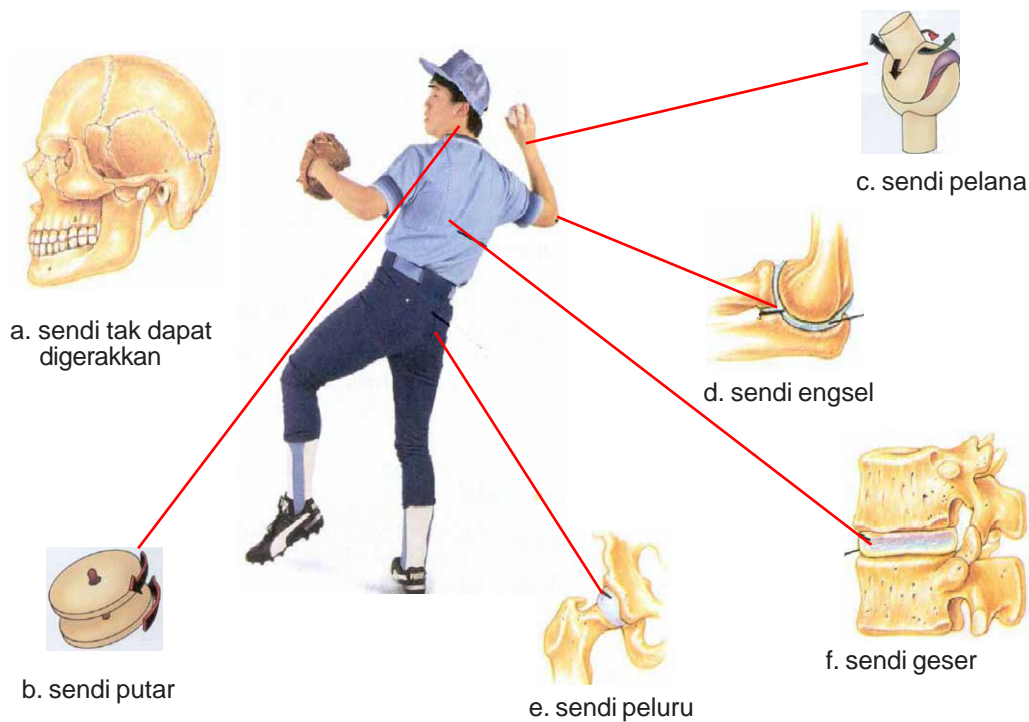
Sebelum lahir, rangkamu sebagian besar merupakan tulang rawan. Tulang rawan ini perlahan-lahan dihancurkan dan digantikan dengan jaringan tulang keras oleh sel-sel pembentuk tulang yang disebut **osteoblast**. Perhatikan **Gambar 2.4!** Sel-sel ini menyimpan kalsium dan fosfor yang membuat jaringan tulang menjadi keras. Saat lahir, rangkamu tersusun lebih dari 206 tulang yang sekarang kamu miliki. Saat kamu berkembang, beberapa tulang bersatu .

Jaringan tulang yang sehat selalu dinamis, yaitu selalu dibentuk dan dirombak. Tulang selalu dirombak oleh jenis sel tulang yang disebut **osteoklast**. Osteoklast berfungsi menghancurkan jaringan tulang dan membebaskan kalsium dan fosfor. Proses pembentukan dan perombakan tulang ini mempertahankan kandungan kalsium dan fosfor dalam aliran darahmu pada tingkat yang kurang lebih sama.

Gambar 2.4
Perkembangan tulang.

Sendi

Ingat kembali berbagai gerakan yang kamu lakukan pagi ini saat mempersiapkan diri berangkat ke sekolah. Kamu membuka mulut untuk menguap, mengunyah makan pagi, menggosok gigi, dan menjulurkan tangan untuk memutar gagang pintu saat ke luar rumah. Apakah gerakan-gerakan ini bisa dilakukan tanpa membengkokkan bagian-bagian tubuhmu? Apakah yang membuat bagian-bagian tubuhmu membengkok? Gerakan-gerakan ini terjadi karena rangkamu mempunyai sendi. Perhatikan **Gambar 2.5!**

Cobalah bengkokkan sikumu! Putarlah tanganmu dengan berpangkal di bahu. Tolehkan kepalamu ke kanan dan ke kiri! Apakah ketiga bagian tersebut dapat membuat gerakan yang persis sama? Untuk dapat menjawabnya, lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 2.1.**

Sesuai dengan kegiatan yang kamu lakukan dalam **Lab Mini 2.1**, mengapa mengapa kamu bisa melakukan gerakan? Gerakan di atas terjadi karena keberadaan sendi. **Sendi** merupakan tempat bertemunya dua tulang atau lebih. Pertemuan dua tulang diikat oleh ligamen agar tidak lepas. **Ligamen** adalah jaringan berbentuk pita yang tersusun dari serabut-serabut liat yang mengikat tulang satu dengan tulang lain pada sendi. Banyak sendi, seperti sendi pada lututmu, diikat oleh lebih dari satu ligamen.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.5
Berbagai sendi pada tubuh manusia.

Apakah kamu membutuhkan sendi?

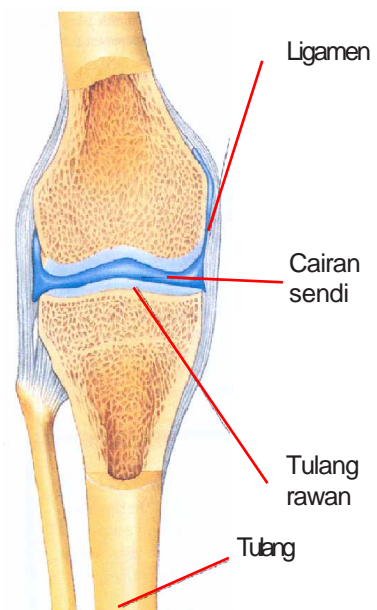
1. Dengan menggunakan ibu jari dan empat jari lainnya, ambillah sebuah pensil! Cobalah beberapa kegiatan lain! Kancingkan bajumu! Ikatlah tali sepatumu! Tulislah namamu! Mudahkah untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut? Buatlah tabel pengamatan yang sesuai! Catat hasil pengamatanmu di dalam tabel tersebut!
2. Ikatlah ibu jari tangan kananmu dengan keempat jari yang lain dengan pita kain atau tali seperti pada gambar di samping, sehingga jari-jarimu tidak dapat dibengkok-kan dan ibu jarimu tidak bisa digerakkan!
3. Ambillah sebuah pensil! Mudahkah untuk mengambilnya?
4. Cobalah beberapa kegiatan lain seperti no. 1 di atas! Catat juga hasil pengamatanmu di dalam tabel peng-amatan! Bandingkan kemudahan dalam melakukan kegiatan dengan jari-jari yang tidak diikat dengan jari yang diikat!

Ada beberapa macam sendi pada tubuhmu, seperti pada **Gambar 2.5.** Sendi dikelompokkan menjadi dua, yaitu sendi yang dapat digerakkan dan yang tidak dapat digerakkan. **Sendi yang tidak dapat digerakkan** tidak bergerak sama sekali atau memungkinkan terjadinya sedikit gerakan. Contoh sendi ini adalah sendi pada tulang-tulang tengkorak dan pinggulmu (a). **Sendi yang dapat digerakkan** memungkinkan tubuh membuat banyak variasi gerak. Jenis-jenis sendi yang dapat digerakkan adalah sendi putar, sendi peluru, sendi engsel, sendi geser, dan sendi pelana. Pada **sendi putar (b)**, ujung tulang satu berfungsi sebagai poros dan ujung tulang yang lain berbentuk cincin yang dapat berputar pada poros tersebut. Sendi putar terdapat antara tulang tengkorak dengan tulang leher. **Sendi peluru** (e)merupakan hubungan antara satu tulang yang mempunyai satu ujung bulat yang masuk ke ujung tulang lain yang berongga seperti mangkok. Sendi ini bisa membentuk gerakan paling bebas di antara sendi-sendi lain. Contoh sendi peluru adalah sendi antara tulang pinggul dan tulang paha, serta antara tulang lengan atas dan tulang belikat.

Jenis sendi ketiga adalah sendi engsel. **Sendi engsel (d)** mempunyai gerakan satu arah, ada yang ke depan dan ada yang ke belakang seperti engsel pintu. Sendi-sendi pada siku, lutut, dan jari adalah contoh sendi engsel. Jenis sendi yang keempat adalah **sendi geser (f)**. Pada sendi geser satu bagian tulang bergerak menggeser di atas tulang lain. Contoh sendi geser berada pada tulang-tulang pergelangan tangan dan pergelangan kaki dan di antara tulang belakang. Sendi geser merupakan sendi yang paling sering digunakan. Kamu tidak dapat menulis, mengambil kaus kaki, atau naik tangga tanpa menggunakan sendi geser.

Sendi pelana (c) merupakan pertemuan dua tulang yang berbentuk seperti pelana. Sendi ini bisa menggerakkan tulang ke dua arah, yaitu muka-belakang dan ke samping. Contoh sendi ini adalah pada pangkal ibu jarimu.

Tulang rawan membantu gerakan sendi menjadi lebih mudah. Tulang rawan membungkus ujung-ujung tulang pada sendi yang dapat bergerak. Perhatikan **Gambar 2.6**

Telinga luarmu dan ujung hidung tersusun dari tulang rawan. Lempeng tulang rawan yang disebut diskus juga

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.6
Susunan sendi yang bisa bergerak.

ditemukan di antara tulang belakang. Di antara ruas-ruas tulang belakang, lempeng tulang rawan juga berfungsi sebagai bantal yang melindungi sumsum tulang belakang dari luka.

Intisari Subbab

1. Jelaskan, apa fungsi rangka, tulang, dan sendi.
2. Sebutkan tiga macam bentuk tulang, serta contoh macam tulang tersebut dalam dirimu.
3. **Berpikir kritis**: Tulang rawan lebih lunak daripada tulang keras. Jika demikian, mengapa tulang rawan diperlukan ?

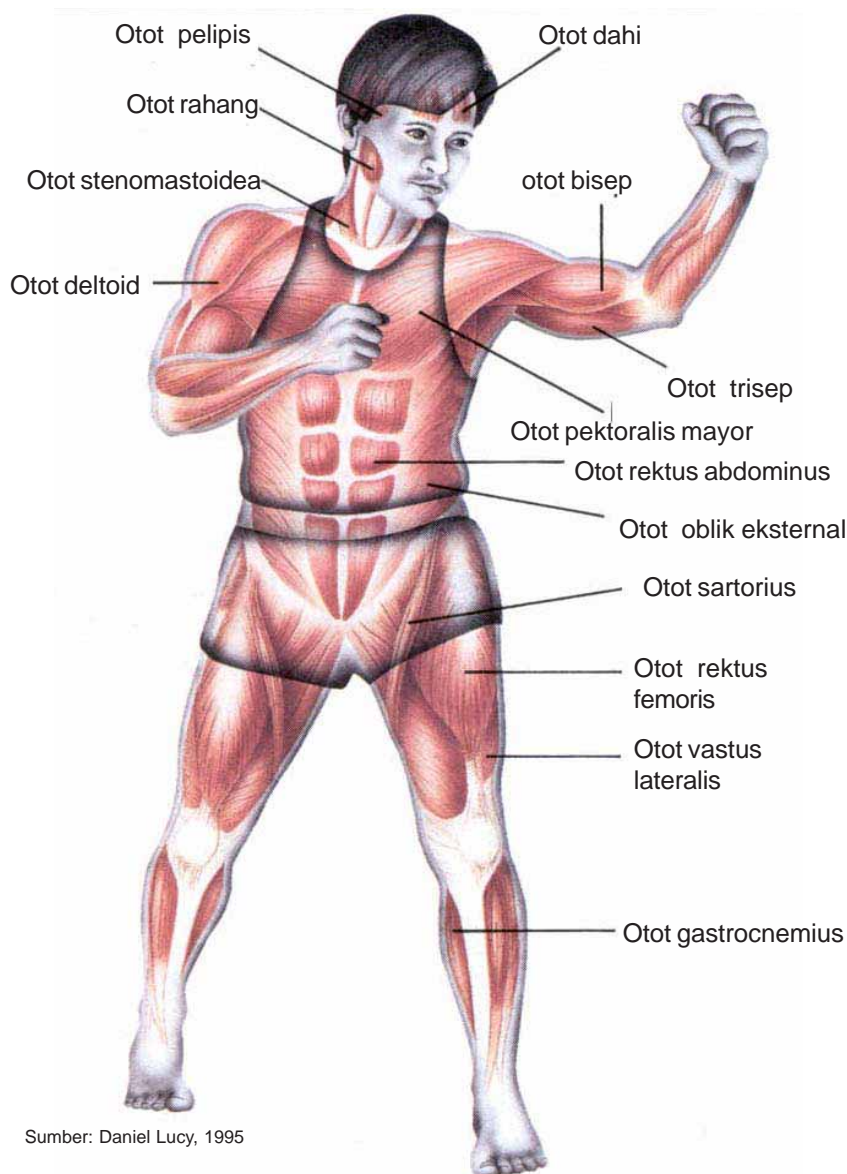
Bina Keterampilan

Mengenal Sebab Akibat

Jelaskan apa yang terjadi pada rangka, tulang, dan sendi pada tubuhmu, saat kamu mengangkat barbel dari lantai hingga sampai di atas kepalamu.

Otot B

Tanpa otot, tulang dan sendimu tidak memiliki kekuatan untuk bergerak. Otot adalah penggerak bagian-bagian tubuh, sehingga otot disebut **alat gerak aktif**. Hampir 35 hingga 40 persen massa tubuhmu adalah jaringan otot. Cobalah perhatikan, setiap saat selalu ada gerakan yang terjadi di tubuhmu. Banyak sistem dalam tubuhmu mempunyai beberapa macam jaringan otot. **Otot** adalah organ yang dapat berkontraksi menjadi lebih pendek. Karena kontraksi ini, bagian-bagian tubuhmu bergerak. Dalam kontraksi ini diperlukan energi.

Kata-kata IPA
Otot
Otot polos
Otot lurik
Otot jantung
Otot berpasangan

Gambar 2.7
Macam-macam otot pada tubuh manusia.

Pengamatan

Seberapa besar ototmu?

Kamu menggunakan ototmu untuk menggerakkan tulang sehingga bagian tubuhmumu bisa bergerak sesuai keinginanmu. Pernahkah kamu memikirkan bagaimana ototmu bekerja?

Langkah kerja

1. Luruskan tanganmu di atas meja dengan santai! Lingkarkan pita meteran pada lengan atasmu untuk mengukur besar lengan atas saat relaksasi! Apabila tidak tersedia pita meteran, gunakan benang atau tali untuk dilingkarkan di lengan atasmu. Kemudian ukur panjang tali sebatas yang melingkar di lengan dengan penggaris! Buatlah tabel pengamatan yang sesuai, dan catat data pengukuran pada tabel tersebut!
2. Bengkokkan tanganmu ke atas sambil mengepal! Ukurlah besar lengan atasmu lagi seperti pada no. 1! Catatlah datamu pada tabel pengamatan!
3. Bagaimana perubahan besar lengan atas ketika kamu membengkokkan tanganmu?
4. Apa yang terjadi pada otot lenganmu saat perubahan ini? Apakah ototmu menjadi besar, memendek dan memampat?
5. Tulislah pendapatmu tentang kejadian saat kamu meluruskan dan membengkokkan tangan!

Pada **Kegiatan 2.7** kamu telah mengamati bahwa diameter otot lenganmu bisa membesar dan mengecil saat bergerak. Saat diameter lenganmu membesar, otot lenganmu dalam keadaan kontraksi, sebaliknya saat diameter lenganmu mengecil, otot lenganmu dalam keadaan relaksasi.

Cobalah kedipkan matamu! Bengkokkan lenganmu! Dapatkah kamu mengendalikan gerakan-gerakan tersebut? Gerakan-gerakan ini merupakan hasil dari kegiatan otot-otot sadar. Sekarang, cobalah hentikan gerakan ususmu! Hentikan denyut jantungmu! Dapatkah kamu mengendalikan kedua gerakan ini? Tidak bukan? Gerakan ini ditimbulkan oleh otot tak sadar.

Otot sadar adalah otot yang bisa kamu kontrol. Otot tangan dan kakimu serta otot-otot muka adalah otot sadar. Kamu dapat menentukan apakah menggerakkan atau tidak menggerakkan suatu otot sadar. Sebaliknya, **otot-otot tak sadar** adalah otot-otot yang tidak bisa kamu kontrol secara sadar. Kamu tidak bisa mengendalikan otot-otot ini untuk bekerja. Otot-otot tak sadar bekerja sepanjang hari, sepanjang hidupmu di luar kesadaran. Darah dipompa melalui pembuluh-pembuluh darah, dan makanan bergerak melalui sistem pencernaanmu merupakan hasil gerakan otot tak sadar. Kamu dapat tidur dengan pulas di malam hari tanpa harus memikirkan bagaimana caranya agar otot-otot ini tetap bekerja.

IPA dan Matematika

Karena latihan teratur, kecepatan denyut jantung pada saat istirahat dapat diturunkan dari 76 denyut jantung per menit menjadi 66. Bila saat istirahatmu 8 jam setiap hari, hitunglah berapa denyut jantung bisa dihemat yang mampu dilakukan oleh otot jantung setiap hari!

Tiga Jenis Jaringan Otot

Ada tiga jenis jaringan otot di dalam tubuhmu: yaitu otot rangka, otot polos, dan otot jantung. Perhatikan **Gambar 2.8**. **Otot lurik** adalah otot yang paling banyak di dalam tubuh. Di bawah mikroskop, sel-sel otot rangka terlihat bergaris-garis melintang. Otot rangka melekat pada tulang dengan perantaraan tendon. **Tendon** adalah pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang. Otot rangka tergolong otot sadar. Kamu bisa mengontrol penggunaan otot ini. Kamu bisa menentukan kapan berjalan dan kapan tidak. Otot rangka cenderung cepat berkontraksi dan cepat lelah.

a. Otot polos

b. Otot lurik

c. Otot jantung

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.8
Tiga macam jaringan otot.

Otot polos tergolong otot tidak sadar. Otot polos terdapat pada dinding lambung, usus halus, rahim, kantung empedu, dan pembuluh darah. Otot polos berkontraksi dan berelaksasi dengan lambat. Otot-otot itu tidak bergaris.

Jenis otot ketiga adalah **otot jantung**. Otot jantung hanya ditemukan di jantung. Otot jantung juga tergolong otot tidak sadar. Seperti dapat kamu lihat pada **Tabel 2.1,** otot jantung mempunyai garis-garis seperti otot rangka. Sebaliknya, otot jantung mirip otot polos karena tergolong otot tidak sadar. Otot jantung berkontraksi sekitar 70 kali per menit sepanjang hari selama hidupmu. Kamu mengetahui bahwa otot jantung berkontraksi pada saat jantung berdenyut. Otot ini tidak dapat dikontrol oleh kemauan sadarmu.

Tabel 2.1.
Perbandingan tiga macam otot penyusun tubuh

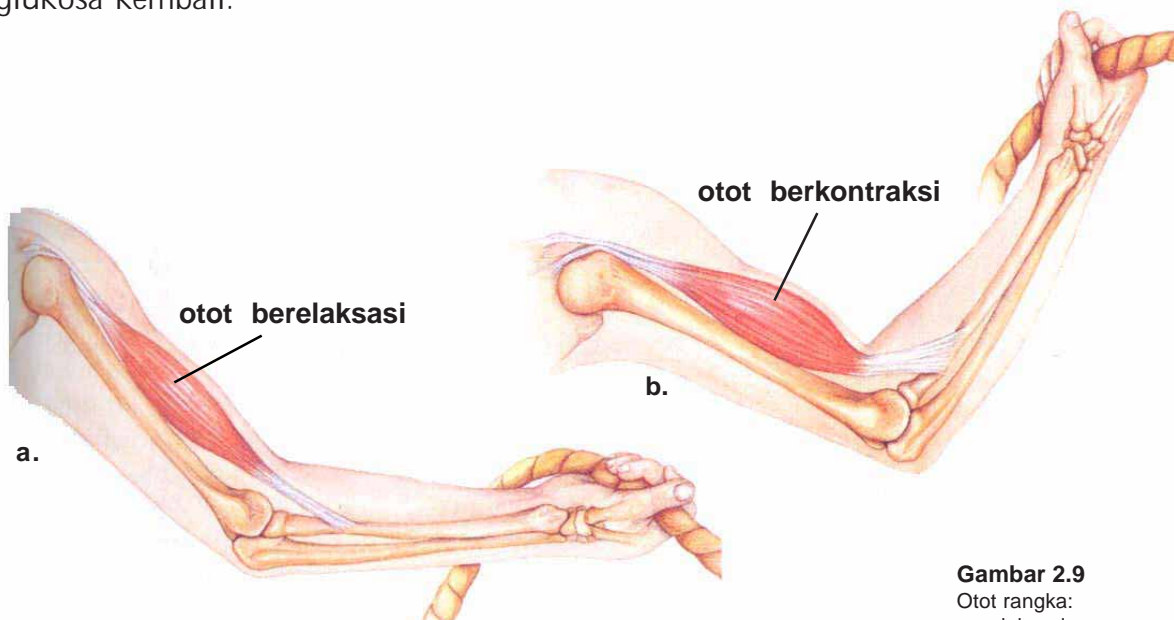
	Macam-macam otot		
	Otot polos	**Otot lurik**	**Otot jantung**
Kontrol : Ciri-ciri : Tempat :	tak sadar polos organ-organ dalam	sadar bergaris rangka	tak sadar bergaris jantung

Kerja Otot

Gerakan otot rangka adalah hasil kerja otot secara berpasangan. Saat satu otot dari pasangan tersebut berkontraksi, otot yang lain berelaksasi, atau kembali pada panjang semula. Bila suatu berkas otot berkontraksi, otot menjadi lebih pendek, berdiameter lebih besar, dan lebih keras . Sebaliknya bila berkas otot berelaksasi, maka otot menjadi lebih panjang, berdiameter lebih kecil, dan lebih lunak . Duduklah tegak dengan kaki di atas lantai. Dengan lambat angkatlah tungkai kanan sehingga lurus ke depan. Perlahan-lahan turunkan tungkaimu sehingga kaki kanan berada di atas lantai kembali. Ketika kamu meluruskan kaki, otot pada bagian atas tungkaimu berkontraksi. Kontraksi ini menyebabkan tulang-tulang tungkai bawahmu ditarik lurus ke atas. Otot-otot selalu menarik, tidak pernah mendorong. Ketika tungkaimu bergerak ke bawah, otot-otot di belakang tungkai atasmu berkontraksi untuk menarik tungkai ke arah bawah.

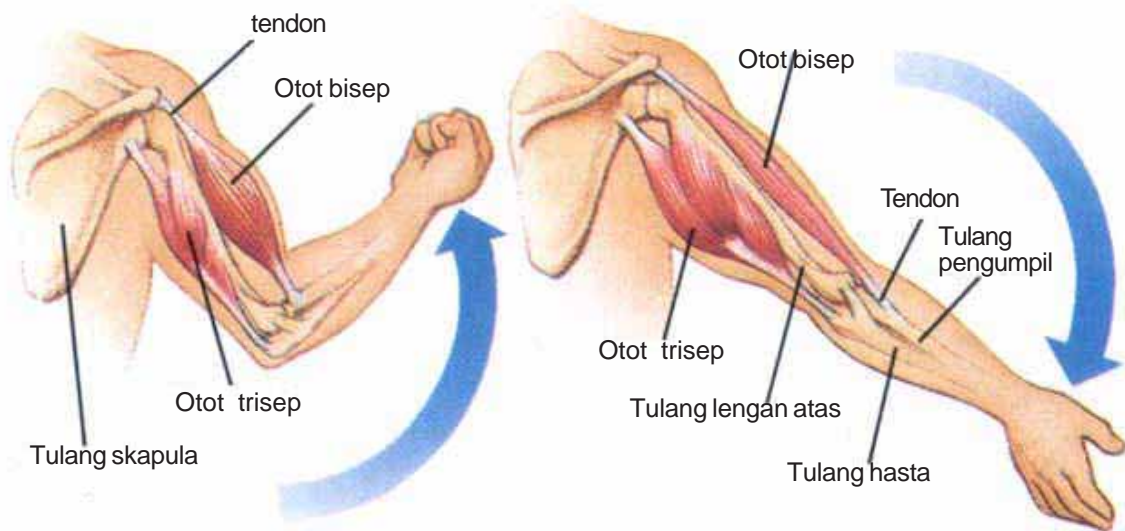
Saat berkontraksi, otot-ototmu menggunakan energi. Otot menggunakan energi kimia dalam bentuk glukosa. Saat glukosa terurai, energi kimia berubah menjadi energi mekanis dan otot-otot berkontraksi. Ketika pasokan glukosa dalam otot habis digunakan, otot menjadi lelah. Otot memerlukan istirahat. Selama istirahat, otot dipasok dengan glukosa kembali.

Berfikir Kritis

Sel-sel otot mengandung suatu protein yang disebut mioglobin yang mirip dengan hemoglobin di dalam sel-sel darah merah. Hemoglobin adalah pigmen merah yang membawa oksigen. Dari informasi ini, apa yang dapat kamu simpulkan tentang mioglobin?

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 2.9
Otot rangka:
a. relaksasi,
b. kontraksi.

Otot juga menghasilkan energi panas ketika berkontraksi. Panas yang dihasilkan oleh kontraksi otot membantu mempertahankan suhu tubuhmu pada tingkat yang tetap.

Otot rangka yang melakukan banyak tugas, seperti tangan kananmu menjadi lebih besar dan kuat. Sebaliknya, jika kamu hanya duduk dan melihat televisi sepanjang hari, ototmu akan menjadi lunak, lembek, dan kehilangan kekuatan. Otot yang tidak dilatih menjadi lebih kecil ukurannya.

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 2.10
Otot bisep dan trisep bekerja berlawanan.

Pengamatan
Otot dan tulang

Otot rangka menarik tulang pada sendi. Penarikan ini menyebabkan bagian-bagian tubuh dapat digerakkan. Pada kegiatan ini, kamu akan mengamati hubungan antara tulang-tulang, otot, tendon, dan sendi. Dalam kegiatan ini kamu menggunakan otot dan tulang ayam sebagai ganti otot dan tulang manusia.

Masalah
Bagaimana otot menggerakkan tulang?

Alat dan bahan
- papan bedah
- skalpel / pisau silet / pisau kecil yang tajam
- carta tulang manusia dan otot
- kertas koran
- penjepit
- gunting
- paha dan kaki ayam yang sudah direbus

Peringatan keselamatan

Gunakan skalpel dengan hati-hati! Skalpel bisa mengiris kulitmu saat kamu mengiris otot ayam.

Langkah kerja
1. Buatlah tabel data di buku catatanmu yang memuat bagian-bagian tungkai ayam, gambar, dan keterangan lainnya!
2. Letakkan kaki ayam di atas kertas koran pada papan bedah. Gunakan penjepit untuk melepaskan kulitnya!
3. Identifikasi dan amati otot dan tulang pada kaki dan paha! Bagaimana otot berhubungan dengan tulang? Gambarlah dan beri keterangan apa saja yang kamu lihat!
4. Bengkokkan dan luruskan kaki dan paha pada sendi! Amati apa yang terjadi pada otot!
5. Gunakan skalpel atau pisau tajam dan gunting untuk melepaskan otot dari tulang! Carilah dan amati tulang, sendi, ligamen, dan tulang rawan! Gambarlah apa yang kamu lihat dan beri keterangan bagian-bagiannya!
6. Catatlah apa saja bagian-bagian sistem rangka dan otot yang kamu temukan di dalam tabel pengamatan!
7. Cuci semua alat yang telah kamu gunakan dan kembalikan alat-alat tersebut kepada gurumu untuk disimpan kembali!
8. Cucilah tanganmu!

Analisis
1. Tentukan otot mana yang memanjang dan yang memendek ketika ayam mengangkat kakinya untuk berjalan! Bandingkan dan bedakan gerakannya!
2. Apa yang menghubungkan otot dengan tulang?
3. Apakah kamu menemukan kartilago atau ligamen? Di mana dan bagaimana tulang rawan dan ligamen ini muncul?

Kesimpulan dan Penerapan
4. Pada sediaan yang kamu amati, tulang atau ototkah yang sebenarnya bergerak?
5. **Penerapan.** Apa yang terjadi apabila paha ayam yang bergerak tadi tidak mempunyai sendi?

Bagaimana pasangan ototmu bekerja?

Bekerjalah berpasangan! Rentangkan tangan kananmu lurus-lurus ke arah samping! Bengkokkan tanganmu ke bahu, kemudian luruskan lagi! Dengan menggunakan carta otot, mintalah pasanganmu menentukan otot-otot rangka manakah pada lengan atasmu yang memungkinkan untuk melakukan kegiatan ini! Dalam buku catatanmu, gambarlah dan beri keterangan perubahan-perubahan yang terjadi di tanganmu!

Otot berpasangan

Otot bekerja berpasangan untuk mendorong terjadinya gerakan. Sebagai misal, pada manusia otot-otot bisep dan trisep bekerja berlawanan. Kerja kedua macam otot ini bersifat **antagonis**. Perhatikan **Gambar 2.9** Ujung otot bisep melekat pada tulang belikat yang merupakan bagian yang tidak bergerak (origo). Ujung lainnya melekat pada tulang pengumpil, yang merupakan tulang yang digerakkan (insersio). Otot-otot trisep melekat pada tulang yang dan belikat (*origo*). Ujung lainnya melekat pada tulang hasta (*insersio*). Dalam hal ini tulang hasta adalah bagian yang bergerak. Radius Otot bisep disebut juga sebagai **fleksor**, karena otot ini membengkokkan sendi. Saat bisep berkontraksi, otot ini menarik tulang pengumpil sehingga membengkokkan sendi engsel pada siku.

Untuk meluruskan tangan, terjadi proses sebaliknya. Saat otot trisep berkontraksi, tulang hasta ditarik ke arah bawah, dan bisep berelaksasi. Hasilnya tangan menjadi lurus. Otot trisep disebut sebagai **ekstensor** karena meluruskan sendi.

Dua macam otot bisa bekerja tidak berlawanan atau bersifat **sinergis**. Contoh dari otot-otot sinergis adalah otot bisep dengan otot lengan bawah. Kedua macam otot ini sama-sama berkontraksi saat lengan membengkok .

Intisari Subbab

1. Apa fungsi sistem otot?
2. Sebutkan persamaan dan perbedaan tiga jenis otot.
3. **Keterkaitan:** Sebutkan tiga bentuk energi yang terlibat dalam kontraksi otot.

Bina Keterampilan

Mengidentifikasi

Sebutkan otot-otot berpasangan yang bekerja pada kegiatan berikut: kamu *membungkuk*, *meletakkan bola di tanah*, kemudian kamu *menendang bola* itu.

Kelainan dan Penyakit pada Sistem Gerak

Bersama anggota kelompokmu, identifikasilah kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan sistem gerak yang terjadi pada orang-orang di sekitarmu! Apabila perlu, kunjungi suatu rumah sakit untuk hal yang sama, sekaligus mendapatkan informasi bagaimana cara mengatasinya! Cocokkan data yang kamu peroleh dengan uraian di bawah ini!

Kata-kata IPA
Riketsia
Osteoporosis
Fraktura
Artritis
Kifosis
Lodorsis
Skoliosis

Riketsia

Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D yang membantu penyerapan kalsium dan fosfor dari darah hingga pengerasan tulang. Penyakit ini terjadi pada anak. Riketsia menyebabkan tulang kaki tumbuh membengkok (Lihat **Gambar 2.11**!). Penyembuhan dan pencegahan dari penyakit ini adalah dengan penambahan kalsium, fosfor, dan vitamin D ke dalam diet. Vitamin D bisa didapat dengan berjemur di panas matahari.

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 2.11
Kaki bengkok akibat riketsia.

Osteoporosis

Osteoporosis disebabkan karena kekurangan mineral. Cobalah ingat kembali macam mineral penyusun tulangmu! Osteoporosis umumnya terjadi pada orang dewasa. Orang tua biasanya menghasilkan lebih sedikit hormon, sehingga osteoblast sebagai pembentuk tulang kurang aktif, dan massa tulangpun jadi berkurang. Tulang yang kekurangan mineral menjadi rapuh dan mudah patah.

Fraktura (patah tulang)

Meskipun kuat dan lentur, tulang-tulang bisa patah. Patahnya tulang disebut **fraktura**. **Fraktura tertutup** terjadi jika tulang patah tetapi bagian ujung yang patah tidah menembus kulit. **Fraktura terbuka** terjadi jika ujung tulang yang patah keluar menembus kulit.

Dalam masa penyembuhan, ujung patahan tulang harus saling ditempelkan **(Gambar 2.12).** Periosteum akan membuat sel-sel tulang baru. Jaringan tulang baru yang tebal

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 2.12
Fraktura dalam penyembuhan.

a. Foto biasa

b. Foto dengan sinar X

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 2.13
Tangan penderita rematik.

(disebut kalus) terbentuk di sekitar patahan menutup keretakan. Jaringan yang bertambah tebal tersebut hilang saat tulang kembali ke bentuk semula dengan bantuan osteoklast. Penyembuhan patah atau retaknya tulang selalu dibantu dengan pembalut agar tidak mudah bergeser.

Artritis

Artritis adalah penyakit sendi. Penderita penyakit ini mempunyai tulang rawan sendi yang rusak. Kerusakan ini menyebabkan sendi menjadi sakit dan bengkok. Kadang-kadang sendi yang terkena artritis tidak dapat digerakkan. Rematik adalah salah satu bentuk artritis **(Gambar 2.13).** Sebab terjadinya artritis belum diketahui dengan pasti. Menghindari infeksi yang akut dan mengonsumsi makanan yang seimbang mengurangi terjadinya artritis.

Lordosis, Kifosis, dan Skoliosis

Tulang belakang normal manusia tidak lurus benar. Dilihat dari samping, susunan tulang belakang membentuk beberapa lengkungan. Di bagian dada, tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap belakang. Di bagian pinggang, susunan tulang belakang membentuk lengkungan cembung menghadap depan. Bentuk tulang belakang mempengaruhi bentuk tubuh kita. Cobalah amati bentuk badan teman laki-lakimu saat berdiri dan dilihat dari samping! Bagaimana bentuknya?

Tulang belakang bisa mengalami kelainan. Tiga kelainan tulang belakang yang umum terjadi adalah lordosis, kifosis, dan skoliosis.

Lordosis

Lordosis merupakan kelainan dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah depan di bagian pinggang. Orang yang mengalami kelainan ini pinggangnya terlihat lebih menonjol ke depan. Lordosis bisa disebabkan karena perut penderita yang terlalu besar (misalnya karena hamil atau kegemukan), riketsia, atau karena kebiasaan yang salah.

Kifosis

Kifosis merupakan kelainan dengan melengkungnya

tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang. Penderita kifosis tubuhnya terlihat bungkuk. Kifosis bisa disebabkan karena, penyakit (misalnya TBC dan riketsia) atau kebiasaan duduk yang salah.

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 2.14
Bentuk tulang penderita skoliosis

Skoliosis

Skoliosis adalah melengkungnya tulang belakang ke arah samping **(Gambar 2.13).** Skoliosis bisa disebabkan oleh polio atau kebiasaan duduk atau berposisi yang salah.

Sistem gerak pada manusia tersusun atas rangka dan otot. Rangka merupakan alat gerak pasif yang tersusun atas tulang-tulang dengan berbagai bentuk. Sebagian besar tulang penyusun rangka adalah tulang keras, selebihnya berupa tulang rawan.

Antara tulang satu dengan tulang lain dihubungkan oleh sendi. Keberadaan sendi di sebagian besar persambungan antar tulang memungkinkan bagian-bagian tubuh bisa digerakkan.

Otot merupakan alat gerak aktif. Bagian-bagian tubuh bisa bergerak karena kontraksi dan relaksasi otot.

Penyakit dan kelainan sistem gerak pada manusia bisa terjadi pada berbagai usia. Penyakit dan kelainan ini terjadi karena bebagai sebab, antara lain virus, bakteri, kekurangan zat tertentu, dan kesalahan posisi.

Intisari Subbab

1. Jelaskan pengertian fraktura?
2. Bedakan istilah: lordosis, kifosis, dan skoliosis dan jelaskan cara pencegahannya.
3. **Keterkaitan:** Jika kamu mengalami patah tulang dan kamu dalam proses penyembuhan, makanan yang mengandung apakah yang sebaiknya banyak dimakan? Berikan contohnya.

Bina Keterampilan

Membuat Peta Konsep

Buatkah peta konsep yang menunjukkan kelainan dan penyakit pada sistem alat gerak.

Rangkuman

A. Rangka

1. Rangka manusia mempunyai lima fungsi utama:.memberi bentuk dan mendukung tubuh, melindungi organ-organ dalam, tempat melekatnya otot-otot utama tubuh, sedangkan otot-otot tersebut menggerakkan tulang, beberapa tulang mempunyai sumsum tulang merah yang membentuk sel-sel darah merah, serta tempat utama untuk menyimpan mineral.
2. Sistem gerak pada manusia didukung oleh kerja tulang penyusun rangka dan otot penggerak tulang / rangka.Berdasarkan bentuknya, terdapat tulang pipih, tulangpendek, tulang panjang, dan tulang tidak beraturan.
3. Tulang-tulang menjadi alat gerak, karena antar tulang dihubungkan oleh persendian.
4. Selain tulang keras, terdapat pula tulang rawan. Tulang rawan dapat dijumpai misalnya pada daun telinga.

B. Otot

1. Otot sebagai alat gerak aktif. Terdapat tiga macam otot, yakni otot rangka atau lurik, otot polos, dan otot jantung.
2. Cara kerja otot bisa berpasangan (sinergi) atau berlawanan (antagonis).
3. Otot dihubungkan dengan tulang oleh ligamen

C. Kelainan dan Penyakit pada Sistem Gerak

1. Berbagai kelainan pada sistem gerak diakibatkan oleh kesalahan gerak, infeksi bakteri atau virus, dan kekurangan zat penyusun tulang.
2. Kelainan pada sistem gerak antara lain iketsia, osteoporosis, fraktura, artritis, kifosis, lodorsis, dan skoliosis.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan tiap-tiap kata kunci IPA berikut dengan istilah-istilah yang benar di bawahnya.

a. tulang rawan
b. sendi
c. ligamen
d. sistem rangka
e. periosteum
f. sumsum tulang
g. fraktura

1. Sistem yang disusun oleh semua tulangmu.....
2. Jaringan berlemak yang mengisi saluran ditengah tulang panjang.
3. Jaringan tulang tebal, lunak dan lentur.
4. Membran tipis yang melekat kuat pada tulang.
5. Kejadian patah tulang
6. Pertemuan antara 2 tulang atau lebih
7. Jaringan berbentuk pita yang tersusun serabut liat.

Pengecekan Konsep

1. Sel-sel pembentuk tulang disebut ...
   a. Osteosit
   b. Osteoblas
   c. Osteoklas
   d. Kartilago
2. Kerasnya tulang diakibatkan oleh adanya zat-zat ...
   a. Kalsium dan zat besi
   b. Zat besi dan fosfor
   c. Kalsium dan fosfor
   d. Zat besi dan magnesium
3. Sendi pada jari tanganmu tergolong sendi .... ?
   a. Sendi pelana
   b. Sendi putar
   c. Sendi engsel
   d. Sendi peluru
4. Contoh persendian yang tidak apat digerakkan adalah pada ...
   a. Persambungan antar tulang tengkorak
   b. Pergelangan tangan.
   c. Ruas tulang belakang
   d. Lutut.
5. Otot disebut sebagai alat gerak aktif karena ...
   a. Otot adalah penggerak tulang
   b. Otot selalu aktif bergerak
   c. Otot tidak pernah lelah
   d. Kekuatan otot luar bisa besarnya
6. Diantara serabut otot berikut, manakah yang sesuai untuk pergerakan tulang ..
   a. Otot lurik
   b. Otot polos
   c. Otot jantung
   d. Otot tak sadar.
7. Apabila kita mengangkat benda yang berat dengan menggunakan tangan, bagian yang terasa keras bila dipegang adalah ...
   a. Otot lengan atas depan
   b. Otot lengan atas belakang
   c. Otot lengan bawah depan
   d. Otot lengah bawah belakang
8. Penyakit yang disebabkan olek kekurangan kalsium adalah ...
   a. Osteoporosis
   b. Riketsia
   c. Fraktura
   d. Atritis
9. Posisi tulang belakang terlalu miring kiri atau kanan disebut penderita ...
   a. Lordosis
   b. Kifosis
   c. Skoliosis
   d. Atritis

Pemahaman Konsep

10. Apa yang terjadi bila sejak lahir seorang bayi kekurangan kalsium?
11. Terdapat 3 macam kelainan bentuk tulang, yaitu lordosis, kifosis, dan skoliosis. Buat tabel yang menunjukkan perbedaan masing-masing.

Berpikir Kritis

12. Mengapa bayi baru lahir dianjurkan untuk “dijemur” di pagi hari
13. Mengapa ada istilah “pasif” dan “aktif” pada sistem alat gerak? Apa maksudnya?

Penilaian Kinerja

14. Ada berbagai macam penyakit atau kelainan pada sistem gerak yang telah kamu pelajari. Buatlah klasifikasi penyakit tersebut berdasarkan penyebabnya.
15. **Membuat Daftar:** Buatlah daftar nomor halaman yang memuat ide-ide pokok berikut. Selanjutnya jelaskan tiap-tiap ide pokok tersebut.
    a. Tulang adalah alat gerak pasif.
    b. Bagian dalam tulang panjang terisi sumsum
    c. Sel pembentuk tulang adalah osteoblas.
    d. Tulang bisa bergerak bebas, karena mempunyai sendi.
    e. Sendi dikelompokkan menjadi dua berdasarkan mudah tidaknya terjadi pergerakan,
    f. Terdapat tiga jenis otot pada tubuh kita.
    g. Riketsia terjadi karena kekurangan vitamin D.
    h. Nyeri sendi yang sering dialami orang tua, kebanyakan disebabkan oleh artritis
    i. Virus dapat melumpuhkan tulang.
    j. Ada otot trisep dan bisep.

Pengembangan Keterampilan

16. **Membuat Klasifikasi:** Ada berbagai macam penyakit atau kelainan pada sistem gerak yang telah kamu pelajari. Buatlah klasifikasi penyakit tersebut berdasarkan penyebabnya.
17. **Membuat peta konsep:**
    Pelajarilah peta konsep yang ada di awal bab. Sekarang buatlah peta konsep yang menggambarkan sesuatu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan optimal tulang-tulangmu.

BAB 3

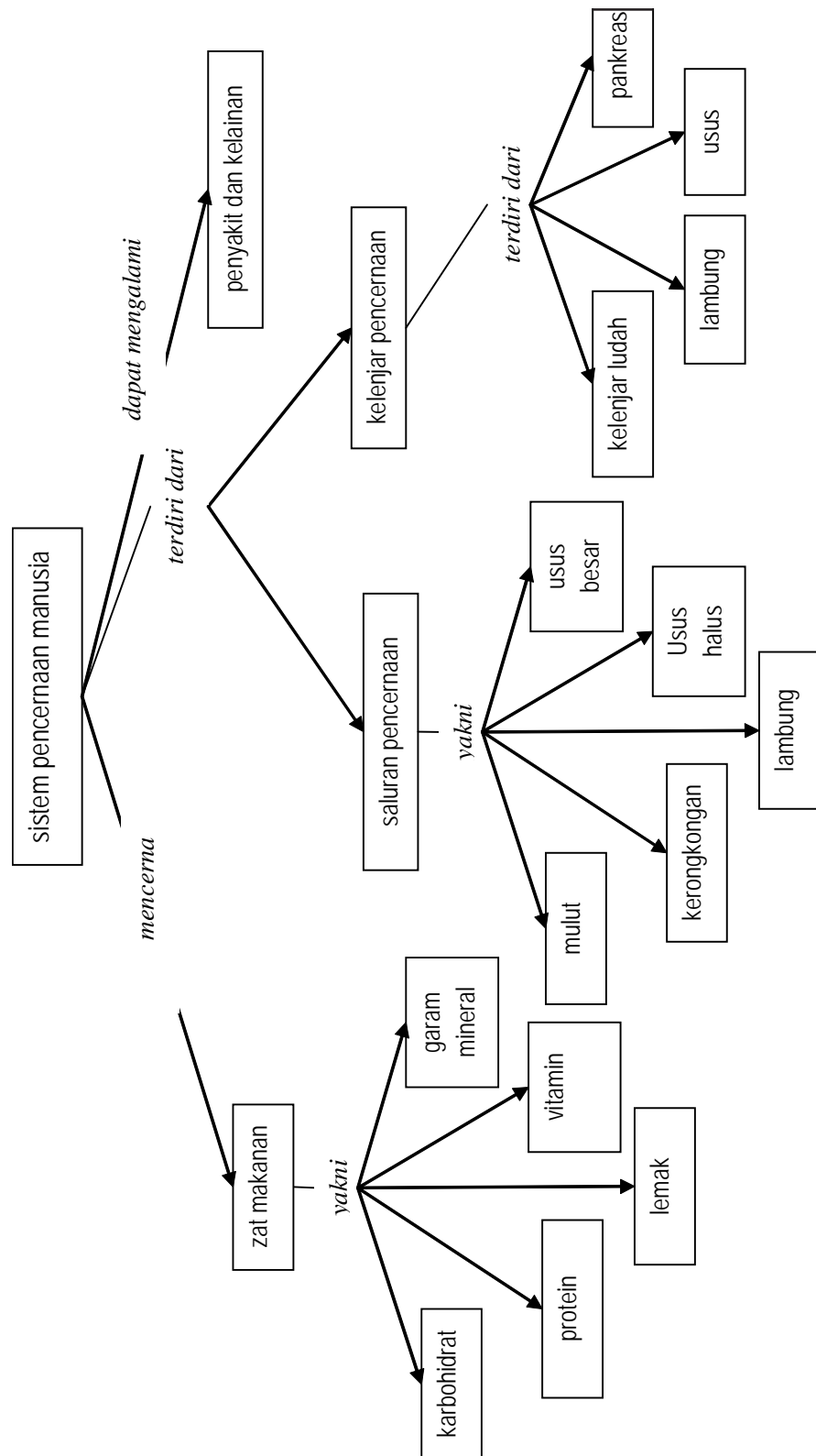
Sistem Pencernaan Manusia

A. Macam-macam Zat Makanan dan Fungsinya

B. Susunan dan Fungsi Sistem Pencernaan

Peta Konsep

Peta Konsepp Sistem Pencernaan Manusia

- sistem pencernaan manusia
  - *mencerna* → zat makanan
    - *yakni* → karbohidrat, protein, lemak, vitamin, garam mineral
  - *terdiri dari*
    - saluran pencernaan
      - *yakni* → mulut, kerongkongan, lambung, Usus halus, usus besar
    - kelenjar pencernaan
      - *terdiri dari* → kelenjar ludah, lambung, usus, pankreas
  - *dapat mengalami* → penyakit dan kelainan

Peta Konsep

Peta Konsep Kelainan Sistem Gerak Manusia
Sistem Pencernaan Manusia
Kelenjar pencernaan
Tulang Belakang
Parotitis
Xerostemia
Tukak lambung
Apendistis
Diare
Konslipasi

Bab 3

Sistem Pencernaan Manusia

Pernahkah kamu lupa tidak makan pagi? Saat mengikuti pelajaran di kelas, suasana hening karena semua mengerjakan tugas. Tiba-tiba perutmu berbunyi “kruyuuuk”. Apa sebenarnya yang terjadi? Pada bab ini mula-mula kamu akan mempelajari zat makanan yang kamu makan. Selanjutnya, kamu akan mempelajari berbagai organ yang berkaitan dengan sistem pencernaan makanan sehingga kamu bisa mengetahui organ dalam perutmu yang berbunyi “kruyuuuk”. Kamu juga akan mempelajari berbagai kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan manusia. Sebagai langkah pertama, lakukan **Kegiatan Penyelidikan** di bawah ini untuk mengamati salah satu alat pencernaan makanan di tubuhmu.

Kegiatan Penyelidikan

Mengamati Alat Pencernaan

1. Bekerjalah secara berpasangan. Amatilah rongga mulut temanmu! Catat apa saja alat yang ada dalam rongga tersebut! Tahukah kamu, apa fungsi alat tersebut?
2. Pejamkan matamu. Bayangkan disaat kamu lapar, di depanmu terdapat sebuah meja yang berisi hidangan: nasi putih hangat, ikan gurami bakar berwarna coklat mengkilat, ayam panggang yang diberi bumbu merah pedas, serta sambal dan sayur lalapan! Apa yang kamu rasakan di rongga mulutmu?

Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, catatlah hasil kegiatan dan diskusimu setelah melakukan kegiatan nomor 1 dan 2 di atas.

Macam-Macam Zat Makanan dan Fungsinya

Apabila kamu lapar maka badan terasa lemah dan lambung yang kosong mengeluarkan bunyi. Lambung hanyalah salah satu diantara organ organ pencernaan makanan kita. Selain lambung masih banyak organ-orgal lain seperti: mulut, kerongkongan, usus halus dan usus besar. Seluruh organ pencernaan bekerja sama mencerna makanan menjadi molekul-molekul kecil yang siap diserap oleh usus.

Karbohidrat, protein dan lemak merupakan sumber energi tubuhmu, sehingga dalam kehidupan sehari-hari tubuhmu memerlukan ketiga macam nutrisi ini dalam jumlah yang besar. Vitamin, garam mineral dan air merupakan bahan yang diperlukan untuk aktivitas tubuh, namun tidak menghasilkan energi. Vitamin dan mineral diperlukan dalam jumlah yang relatif sedikit, sedangkan air diperlukan dalam jumlah yang banyak.

Berdasarkan hasil **Lab Mini 3.1,** kamu bisa mengetahui kandungan zat yang terdapat pada makanan sehari-harimu. Fungsi dari masing-masing zat bisa kamu cermati pada bacaan berikut, sehingga dalam kehidupan sehari-hari kamu bisa mengatur makanan apa yang sebaiknya dimakan agar kebutuhan tubuhmu akan zat makanan terpenuhi, sehingga tubuhmu tetap sehat.

Kata-kata IPA
Karbohidrat
Protein
Lemak
Vitamin
Garam mineral
Avitaminosis

Lab Mini 3.1

Zat apa saja yang terkandung di dalam makanan sehari-harimu?

Setiap hari tubuhmu memerlukan zat makanan yang dipergunakan untuk aktivitas, pertumbuhan, dan perbaikan bagian-bagian tubuh yang rusak dengan jumlah tertentu. Untuk kepentingan ini kamu perlu mengetahui zat makanan yang terkandung dalam makanan sehari-harimu.

1. Berdasarkan uraian di atas, dengan kelompokmu, buatlah daftar makanan sarapan pagimu.
2. Kelompokkan daftar makanan tadi sesuai dengan kelompok “ 4 sehat lima sempurna”.
3. Buatlah kesimpulan, apakah sarapan pagimu sudah sesuai dengan “4 sehat lima sempurna”?
4. Susun laporan berdasarkan hasil kerjamu!

Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 3.1
Makanan mengandung zat-zat yang diperlukan oleh tubuhmu.

Karbohidrat

Sumber karbohidrat antara lain beras, jagung, gandum, kentang, ubi-ubian, buah-buahan, dan madu. Fungsi utama karbohidrat adalah sebagai sumber energi. Tubuh manusia menyimpan karbohidrat di organ hati dan otot. Kekurangan karbohidrat dapat menyebabkan busung lapar (kwarsiorkor).

Protein

Protein antara lain didapat dari hewan: daging, susu, ikan, telur, dan keju. Sedangkan protein dari tumbuhan didapat dari biji-bijian. Sumber makanan apa yang mengandung protein dalam **Gambar 3.1**? Fungsi utama protein adalah sebagai komponen struktural dan fungsional. Fungsi struktural berhubungan dengan fungsi pembangun tubuh, pengganti sel-sel yang rusak. Sebagai komponen fungsional berkaitan dengan fungsinya sebagai komponen enzim yang mengkatalisasi proses-proses biokimia sel.

Lemak

Sumber lemak hewani antara lain: lemak daging, mentega, susu, ikan basah, telur, minyak ikan, sedangkan sumber lemak nabati adalah: kelapa, kemiri, kacang-kacangan, alpukat, dan lain-lain. Lemak berfungsi sebagai sumber dan cadangan energi. Lemak disimpan di jaringan bawah kulit.

Vitamin

Vitamin dapat berfungsi sebagai ko-enzim, yaitu suatu zat yang memacu bekerjanya suatu enzim. Terdapat dua kelompok vitamin, yaitu vitamin yang larut dalam lemak dan tidak larut dalam lemak. Vitamin larut dalam lemak mempunyai sifat dapat disimpan. Bila jumlah yang tersedia lebih banyak dari yang diperlukan tubuh, akan disimpan di dalam lemak dalam waktu yang cukup lama. Berbeda dengan vitamin yang tidak larut dalam lemak, bila masukan vitamin melebihi jumlah yang diperlukan oleh tubuh, kelebihannya akan dibuang ke luar tubuh.

Kekurangan vitamin akan menyebabkan defisiensi (avitaminosis), contoh:

a. kekurangan vitamin A, menderita rabun senja
b. kekurangan vitamin B1, menderita beri-beri
c. kekurangan vitamin B12, menderita anemia
d. kekurangan vitamin C, menderita skorbut
e. kekurangan vitamin D, menderita rachitis
f. kekurangan vitamin K, darah sukar membeku
g. kekurangan vitamin E, menderita infertil (organ kelamin tidak subur).

Garam mineral

Garam mineral dibutuhkan secara sendiri-sendiri maupun kelompok. Masing-masing mempunyai peranan tertentu di dalam tubuh. Beberapa contoh penyakit kekurangan mineral antara lain:

a. Kekurangan Ca (kalsium): darah sukar membeku, kejang otot, gangguan penulangan.
b. Kekurangan Fe (zat besi) : menderita anemia
c. Kekurangan I (iodium) : menderita gondok.

Air

Penyusun terbanyak tubuhmu adalah air. Air berperan dalam berbagai proses dalam tubuh, baik proses pencernaan maupun dalam reaksi-reaksi kimia. Air merupakan pelarut yang baik. Oksigen dan nutrien-nutrien dalam makanan tidak dapat memasuki sel-sel tanpa air. Air juga berperan dalam pengaturan suhu tubuh.

Pentingnya ASI sebagai makanan pertama bayi

Air susu ibu (ASI) telah mengandung nutrisi lengkap yang sesuai dengan kebutuhan bayi **(Gambar 3.2).** ASI adalah sumber makanan dengan kandungan gizi optimal dan ideal bagi pertumbuhan dan perkembangan bayi. ASI berfungsi pula membersihkan sistem pencernaan pertama kali pada bayi. Bayi membutuhkan energi 98-108 Kkal / Kg Berat Badan / Hari, suatu jumlah yang setara dengan 2-4 kali kebutuhan orang dewasa. Oleh karena itu bayi memerlukan masukan energi untuk membantu pesatnya pertumbuhan dan

Sumber: Dokumen Penulis

Gambar 3.2
Selain memberikan makanan pertama bagi bayi, menyusui bermanfaat untuk memupuk kedekatan bayi dengan ibunya.

perkembangan bayi. Kebutuhan energi terbesar adalah dari lemak, dan ASI telah menyediakannya.

Di samping sebagai sumber makanan, ASI melindungi bayi dari berbagai penyakit dan infeksi pada awal masa kelahiran bayi. Asi mengandung bahan kekebalan yang didapatkan dari sang ibu. Selain itu, ASI dapat mempererat hubungan antara Ibu dan Anak.

Pada 4 bulan pertama ASI cukup untuk menopang kebutuhan bayi, namun setelahnya disarankan untuk memberikan makanan tambahan pada bayi seperti sari buah, bubur, serta tim dari berbagai macam sayur dan lauk pauk.

Intisari Subbab

1. Sebutkan zat makanan yang diperlukan tubuh!
2. Jelaskan fungsi karbohidrat, lemak, dan protein!
3. **Berpikir kritis**: Terdapat ungkapan "Makan tidak sekedar kenyang". Apakah kamu setuju dengan ungkapan tersebut? Berilah alasannya.

Bina Keterampilan
Mengidentifikasi

Menu makan siang Pak Karmen terdiri dari nasi, ayam, dan telur. Identifikasikan zat makanan yang telah dicukupi dan yang belum di cukupi dari menu Pak Karmen

Susunan dan Fungsi Sistem Pencernaan

Proses Pencernaan Manusia

Kata-kata IPA
- Saluran pencernaan
- Kelenjar pencernaan
- Pencernaan mekanik
- Pencernaan kimiawi
- Enzim amilase
- Faring
- Esophagus
- Peristaltik
- Lambung
- Pepsin
- Rennin
- Asam lambung
- Epiglotis

Makanan masuk ke dalam tubuh untuk dicerna. Bagaimana makanan dicerna di dalam tubuhmu? Organ apa saja yang terlibat dalam proses pencernaan? Mengapa makanan perlu dicerna? Jawaban pertanyaan ini akan kamu dapatkan setelah mempelajari uraian dan kegiatan dalam subbab ini.

Perhatikan **Gambar 3.3.** Apabila tersedia di sekolahmu, amati juga torso sistem pencernaan manusia untuk mengidentifikasi organ-organ pencernaan!

Sistem pencernaan manusia terdiri dari saluran dan kelenjar pencernaan. **Saluran pencernaan** merupakan alat yang dilalui bahan makanan, sedangkan **kelenjar pencernaan** adalah bagian yang mengeluarkan enzim untuk membantu mencerna makanan. Saluran pencernaan meliputi: mulut, kerongkongan (esofagus), lambung, usus halus, dan usus besar. Kelenjar pencernaan antara lain terdapat di dinding lambung, dinding usus, pankreas dan hati. Saluan dan kelenjar pencernaan dapat dilihat pada **Gambar 3.3.**

Sumber: Daniel Lucy, 1995

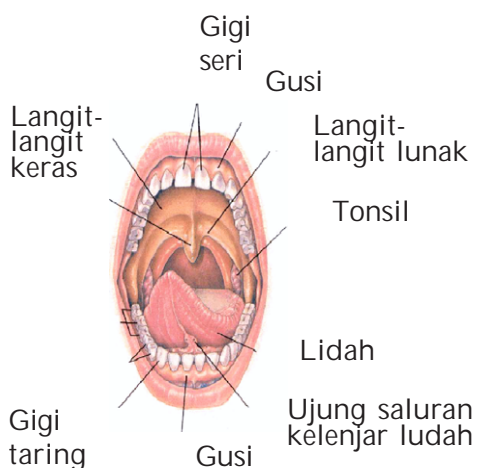
Gambar 3.3
Sistem pencernaan pada manusia.

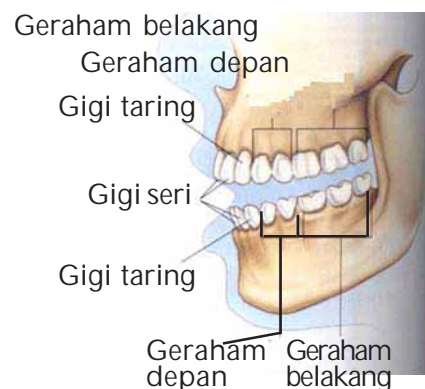
Mulut

Langkah awal proses pencernaan makanan adalah memasukkan makanan ke dalam mulut. Bayangkan waktu makan pagi, kamu memakan sepiring nasi goreng. Satu sendok nasi dimasukkan mulut, kemudian dikunyah sampai halus oleh gigi yang bekerja sama dengan lidah! Di dalam rongga mulut makanan dicampur dengan air liur.

Apa yang terjadi saat mengunyah makanan?

Saat mengunyah makanan, lidah memindah-mindahkan posisi makanan untuk diletakkan di antara gigi. Proses mengunyah makanan adalah bagian dari pencernaan mekanik. **Pencernaan mekanik** adalah proses memecah makanan secara fisik menjadi bagian-bagian yang lebih kecil. Hasil proses mencerna secara mekanik akan dilanjutkan dengan pencernaan kimiawi. **Pencernaan kimiawi** adalah proses perubahan susunan molekul makanan dengan bantuan kerja enzim.Bagaimana terjadinya pencernaan kimiawi? Lakukan **Kegiatan 3.1**. Di dalam mulut, pencernaan secara mekanik terjadi dengan bantuan gigi. Pencernaan secara kimiawi dibantu oleh air liur yang mengandung enzim. Di dalam mulut, makanan dihancurkan menjadi partikel-partikel yang ukurannya lebih kecil. Partikel tersebut akan dipecah menjadi molekul-molekul yang lebih kecil oleh enzim yang dihasilkan oleh kelenjar yang terdapat di bagian bawah telinga, bagian bawah lidah dan di dekat geraham.

Zat makanan yang mengalami pencernaan kimiawi di mulut adalah zat tepung (amilum). Enzim yang bekerja memecah molekul zat tepung disebut enzim amilase. Enzim amilase mengubah amilum menjadi zat gula yang disebut *maltosa.*

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 3.4
Susunan rongga mulut.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 3.5
Susunan gigi manusia.

Bagaimana Terjadinya Pencernaan Kimia?

Dengan melakukan kegiatan ini kamu akan dapat menjelaskan pencernaan amilum dengan bantuan enzim yang terdapat di dalam air liur.

Cara Bekerja

1. Bekerjalah dalam kelompok! Masing-masing kelompok memerlukan plat tetes, pipet tetes, tabung reaksi yang berisi 50 ml suspensi tepung kanji, 2 buah pengaduk , beberapa mililiter air liur, dan akuades. Dengan menggunakan pipet ambilah bagian air liur yang bening saja, jangan yang berbusa!
2. Gunakan dua cekungan pelat tetes, kemudian berilah angka angka 1 dan 2!
3. Teteskan suspensi tepung kanji sebanyak 5 tetes di atas masing-masing bagian plastik atau cekungan!
4. Tambahkan 3 tetes akuades pada laruta 1 dan 3 tetes air liur pada larutan 2 secara bersamaan!
5. Biarkan kedua larutan selama 3 menit
6. Dengan menggunakan pipet tetes, teteskan larutan iodium sebanyak satu tetes ke dalam masing-masing larutan! Aduk masing-masing larutan dengan pengaduk yang berbeda!
7. Amati apa yang terjadi pada masing-masing larutan! Isikan datamu pada tabel pengamatan yang kamu buat!

Berdasarkan hasil pengamatanmu, jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Bagaimana warna kedua larutan kanji sebelum ditetesi dengan iodium? Mengapa?
2. Bagaimana warna larutan kanji 1 setelah ditetesi iodium? Mengapa?
3. Bagaimana warna larutan kanji 2 setelah ditetesi iodium? Mengapa?
4. Berdasarkan data pengamatan dan analisis di atas, rumuskan kesimpulan kegiatanmu!

Analisis:

Mengapa air ludah dapat mengurangi kadar amilum?

Faring, esofagus, dan lambung

Setelah melalui rongga mulut, makanan akan masuk ke dalam tekak (faring). **Faring** adalah saluran yang memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan (esofagus). Setelah melalui faring, makanan menuju esofagus. **Esofagus** adalah suatu organ berbentuk tabung lurus, berotot dan berdinding tebal yang memanjang menuju lambung.

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 3.6
Gerak peristaltik, otot di belakang makanan berkontraksi mendorong makanan ke bawah, sedangkan otot di depannya berelaksasi.

Otot-otot polos dinding esofagus mendorong makanan menuju lambung dengan gerakan meremas yang disebut sebagai gerak **peristaltik**. Lihat **Gambar 3.4**

Antara faring dan esofagus terdapat daerah pertemuan antara saluran pernapasan dan saluran makanan. Untuk mencegah supaya makanan tidak masuk ke saluran pernapasan, pada pangkal faring terdapat lapisan penutup yang disebut **epiglotis**. Dapatkah kamu menjelaskan apa yang menyebabkan seseorang tersedak?

Setelah melalui esofagus, makanan masuk ke dalam lambung. **Lambung** merupakan sebuah kantong besar yang terletak di bagian atas rongga perut. Pada lambung terdapat enzim dan asam lambung. Enzim-enzim lambung antara lain pepsin dan rennin. Enzim **pepsin** berasal dari pepsinogen yang telah diubah oleh asam lambung. Pepsin berfungsi mengubah protein menjadi pepton. **Rennin** berfungsi menggumpalkan protein yang terdapat pada susu. Sedangkan **asam lambung** berfungsi membunuh bibit penyakit yang masuk bersama-sama makanan. Pada dinding lambung terdapat lendir yang berfungsi melindungi lambung. Apabila jumlah lendir terlalu sedikit, atau asam lambung terlalu banyak, bisa terjadi luka pada dinding lambung.

Usus halus

Usus halus merupakan saluran pencernaan makanan yang paling panjang. Usus halus terdiri dari usus dua belas jari (duodenum), usus kosong (jejunum) dan usus penyerapan (ileum). Suatu lubang pada dinding duodenum berhubungan dengan dua kelenjar pencernaan yang besar, yaitu pankreas dan hati. **Pankreas** menghasilkan enzim tripsin, berfungsi merombak protein menjadi asam amino. Selain tripsin, pankreas juga menghasilkan amilase yang mengubah amilum menjadi zat gula yang disebut *maltosa* dan lipase yang mengubah lemak menjadi *asam lemak* dan *gliserol*.

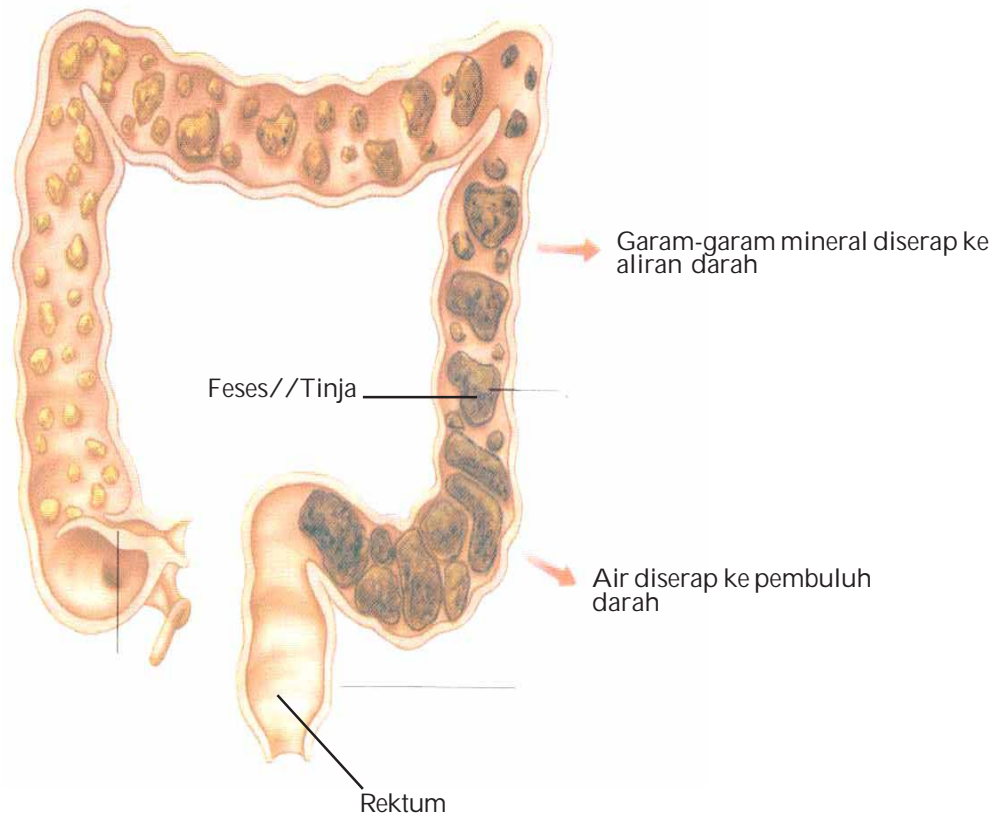
Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 3.7
Hati, kantung empedu dan pankreas di bagian awal usus duabelas jari.

Empedu merupakan cairan yang berfungsi untuk menghancurkan partikel-partikel lemak. Getah empedu dihasilkan oleh hati dan disalurkan menuju doudenum (usus dua belas jari). Kedudukan organ pankreas, kantung empedu terhadap usus duabelas jari dapat dilihat pada **Gambar 3.7.** Di dalam duodenum makanan dicerna secara kimiawi lebih lanjut. Pencernaan makanan tersebut dilanjutkan di usus kosong (jejenum) yang panjangnya sekitar 7 meter. Setelah melalui usus kosong, zat-zat makanan sudah dalam bentuk siap diserap. Penyerapan zat-zat makanan terjadi di usus penyerapan (ileum).

Pada permukaan dalam usus halus terdapat banyak sekali jonjot usus (vilus, jamak = vili). Pada setiap jonjot usus terdapat tonjolan lagi yang lebih kecil, disebut mikrovilus. Adanya vilus dan mikrovilus menyebabkan permukaan usus menjadi sangat luas. Molekul-molekul kecil hasil pencernaan makanan akhirnya diserap oleh sistem peredaran darah untuk disebarkan ke seluruh tubuh. Gambaran susunan dan bentuk jonjot usus secara mikroskopis dapat dilihat pada **Gambar 3.8.**

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 3.8
Banyak villi di usus halus meningkatkan luas permukaan. Luas per-mukaan usus halus lebih dari 264 meter persegi.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 3.9
Usus besar manusia.

Usus besar

Bahan makanan yang sudah melalui usus halus akhirnya masuk ke dalam usus besar. Tepat pada bagian pertemuan antara usus halus dan usus besar terdapat bagian yang disebut usus buntu. Pada usus buntu melekat umbai cacing (appendiks). Usus besar manusia disajikan pada **Gambar 3.9**

Bahan makanan yang sampai pada usus besar dapat dikatakan sebagai bahan sisa. Sisa tersebut terdiri dari sejumlah besar air dan bahan makanan yang tidak dapat tercerna, misalnya selulosa. Fungsi utama usus besar adalah mengatur penyerapan air. Sejumlah besar air telah dikeluarkan ke dalam lambung dan usus halus oleh berbagai kelenjar pencernaan. Supaya tidak kehilangan banyak air maka air harus diserap kembali ke dalam tubuh.

Di dalam usus besar terdapat banyak sekali mikroorganisme yang membantu membusukkan sisa-sisa makanan tersebut. Sisa makanan yang tidak terpakai oleh tubuh beserta gas-gas yang berbau disebut tinja (feses) dikeluarkan melalui anus.

Kelainan dan Penyakit pada Sistem Pencernaan

Bersama kelompokmu, identifikasilah kelainan dan penyakit yang berhubungan dengan sistem pencrnaan yang bisa ditemukan di sekitarmu! Identifikasi juga cara pencegahannya dengan menanyakan kepada keluarga penderita.

Apabila mungkin, carilah beberapa literatur atau buku sumber untuk mendapatkan informasi yang lebih banyak tentang kelainan dan penyakit pada sistem pencernaan yang kamu temui! Cocokkan informasi hasil kegiatanmu dengan uraian berikut!

Beberapa kelainan dan penyakit yang dapat terjadi pada alat-alat sistem pencernaan antara lain:

a. *Parotitis* atau penyakit gondong, yaitu penyakit yang disebabkan oleh virus yang menyerang kelenjar air ludah di bagian bawah telinga akibatnya kelenjar air ludah menjadi bengkak atau membesar.
b. *Xerostomia*, adalah istilah bagi penyakit pada rongga mulut yang ditandai dengan rendahnya produksi air ludah. Kondisi mulut yang kering membuat makanan kurang tercerna dengan baik.
c. Tukak lambung, terjadi karena adanya luka pada dinding lambung bagian dalam. Makan secara teratur sangat dianjurkan untuk mengurangi risiko timbulnya tukak lambung.
d. *Apendisitis* atau infeksi usus buntu, dapat merembet sampai ke usus besar dan menyebabkan radang selaput rongga perut.
e. *Diare* atau "mencret", adalah penyakit yang disebabkan oleh inveksi bakteri maupun protozoa pada usus besar. Karena inveksi tersebut, proses penyerapan air di usus besar terganggu, akibatnya feses menjadi encer.
f. *Konstipasi* atau sembelit terjadi akibat penyerapan air di dalam usus besar terjadi secara berlebihan, akibatnya feses menjadi sangat padat dan keras sehingga sulit dikeluarkan. Untuk mencegah sembelit dianjurkan untuk buang air besar secara teratur tiap hari, serta banyak makan sayur dan buah-buahan.

Mengapa Sistem Pencernaan perlu dipelajari?

Mempelajari struktur dan fungsi saluran pencernaan akan bermanfaat bagi usaha-usaha untuk menjaga kesehatan tubuh.

Diare dan Sembelit

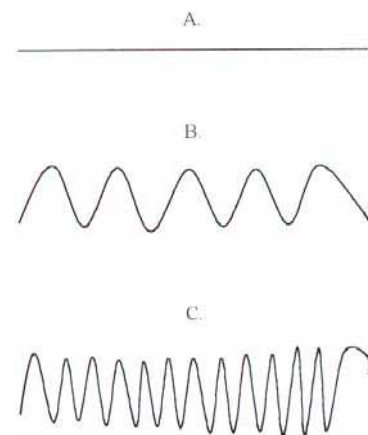
1. Ingat-ingatlah kembali apakah kamu pernah diare?
2. Bagaimanakah bentuk fesesmu pada saat diare?
3. Cobalah sebutkan hal-hal yang menyebabkan diare!
4. Pernahkan kamu sembelit atau sulit buang air besar?
5. Bagaimanakah bentuk fesesmu waktu sembelit?
6. Sebutkah hal-hal yang menyebabkan sembelit!
7. Mintalah penjelasan kepada gurumu bagaimana terjadinya diare dan sembelit!

Intisari Subbab

1. Sebutkan urutan organ-organ pencernaan yang dilewati oleh makanan pada sistem pencernaan makananmu!
2. Apakah perbedaan antara pencernaan mekanik dengan pencernaan kimiawi?
3. Jelaskan peranan getah dan enzim pencernaan yang dihasilkan oleh hati dan pankreas.
4. **Penerapan:** Nasi mengandung zat tepung. Jelaskan mengapa nasi yang kamu kunyah lama-kelamaan terasa manis?

Bina Keterampilan

Menafsirkan ilustrasi ilmiah

Amati Gambar di samping! Di antara tali A, B, dan C, apabila diukur, tali manakah yang paling panjang? Apabila A, B, dan C itu bukan tali melainkan kertas. Kertas manakah yang permukaannya paling luas? Permukaan dalam usus halus bergelombang seperti papan C. Perkirakan fungsi bentuk permukaan usus yang bergelombang seperti itu! Jelaskan!

Rangkuman

A. Macam-macam Zat Makanan dan Fungsinya

1. Setiap hari kita makan makanan yang mengandung karbohidrat, protein, lemak. vitamin, mineral, dan air.
2. Tubuh memerlukan zat makanan tersebut sebagai sumber energi dalam kegiatan sehari-hari, pertumbuhan, dan proses-proses kimia di dalam tubuh.
3. Kekurangan atau kelebihan zat-zat makanan tersebut bisa menimbulkan suatu penyakit.

B. Susunan dan Fungsi Sistem Pencernaan

1. Sistem pencernaan manusia terdiri dari saluran pencernaan dan kelenjar pencernaan.
2. Saluran pencernaan berturut-turut terdiri dari mulut, kerongkongan, lambung, usus halus dan usus besar.
3. Kelenjar pencernaan makanan manusia terdiri dari kelenjar yang menghasilkan getah-getah lambung maupun enzim-enzim.
4. Getah pencernaan antara lain, cairan empedu dan asam lambung yang amat diperlukan bagi proses pencernaan makanan.
5. Beberapa contoh enzim pencernaan adalah: pepsin, rennin, tripsin, amilase dan lipase. Pencernaan terjadi baik secara mekanik maupun kimiawi.

Rangkuman

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA dengan ungkapan di samping.

a. saluran pencernaan
b. enzim amilase
c. esofagus
d. avitaminosis
e. kelenjar pencernaan
f. peristaltik
g. diare

1. Cairan tubuh banyak diabsorsi kedalam usus besar.
2. Saluran yang menghubungkan mulut dengan lambung.
3. Keadaan kekurangan vitamin
4. Gerak bergelombang dan meremas pada saluran pencernaan
5. Saluran yang dilewati oleh makanan selama proses mencerna
6. organ penghasil enzim pencernaan.
7. Zat kimia yang dihasikan alat pencernaan dan mampu mengubah amilum menjadi zat gula.

Pengecekan Konsep

1. Tiga macam zat makanan penghasil energi bagi tubuh adalah ...
   a. Karbohidrat, protein, vitamin
   b. Karbohidrat, lemak, mineral
   c. Karbohidrat, vitamin, lemak
   d. Protein, karbohidrat, lemak
2. Kekurangan karbohidrat dapat menyebabkan penyakit ...
   a. Diare
   b. Sembelit
   c. Busung lapar
   d. Tukak lambung
3. Defisiensi vitamin A dapat menyebabkan ...
   a. Buta warna
   b. Rabun senja
   c. Anemia
   d. Mandul
4. Darah sukar membeku diakibatkan oleh kurangnya ..... dalam makanan kita.
   a. Zat besi
   b. Kalsium
   c. Fosfor
   d. Iodium
5. Pencernaan kimiawi pertama kali terjadi di ...
   a. Mulut
   b. Kerongkongan
   c. Lambung
   d. Usus dua belas jari
6. Enzim berikut ini ditemukan di lambung, kecuali...
   a. Pepsin
   b. Rennin
   c. Asam klorida
   d. Tripsin
7. Saluran memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai ke permukaan kerongkongan disebut ...
   a. Esofagus
   b. Laring
   c. Faring
   d. Trachea
8. Pankreas menghasilkan enzim ...
   a. Amilase
   b. Pepsin
   c. Empedu
   d. Bilirubin
9. Kelainan / penyakit pada kelenjar ludah dikenal dengan sebutan ...
   a. Apendisitis
   b. Konstipasi
   c. Paratitis
   d. Sariawan
10. Enzim berikut ini bertugas mencerna protein...
    a. Amilase
    b. Lipase
    c. Pepsin
    d. maltase

Pemahaman Konsep

11. Sebutkan 5 jenis zat makanan yang diperlukan tubuh. Jelaskan fungsi masing-masing.
12. Sebutkan urutan organ-organ pencernaan yang dilewati oleh makanan pada sistem pencernaan makananmu.
13. Apa peranan enzim dalam proses pencernaan?
14. Sebutkan jenis makanan yang kamu temui sehari-hari. Manakah yang dominan mengandung karbohidrat, lemak, dan protein.
15. Dalam proses mencerna ada dua macam cara yang telah kamu kenal, secara mekanik dan kimiawi. Apa beda dari kedua cara tersebut?

Berpikir Kritis

16. Apakah kamu pernah diare? bagaimana keadaan fesesmu? Bisakah kamu menjelaskan fungsi organ pencernaanmu yang terganggu pada saat itu?
17. Adik kecilmu bermain-main uang logammu yang terbuat dari aluminium. Secara tidak sengaja adikmu menelan uang logam tersebut. Menurut pendapatmu, dapatkah kamu mendapatkan kembali uangmu yang tertelan itu? Jelaskan!

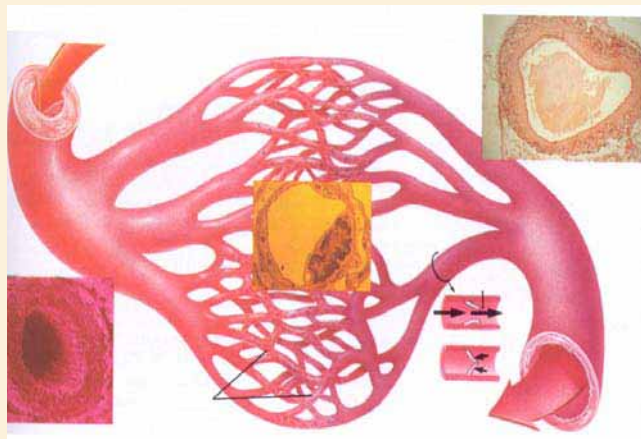
Penilaian Kinerja

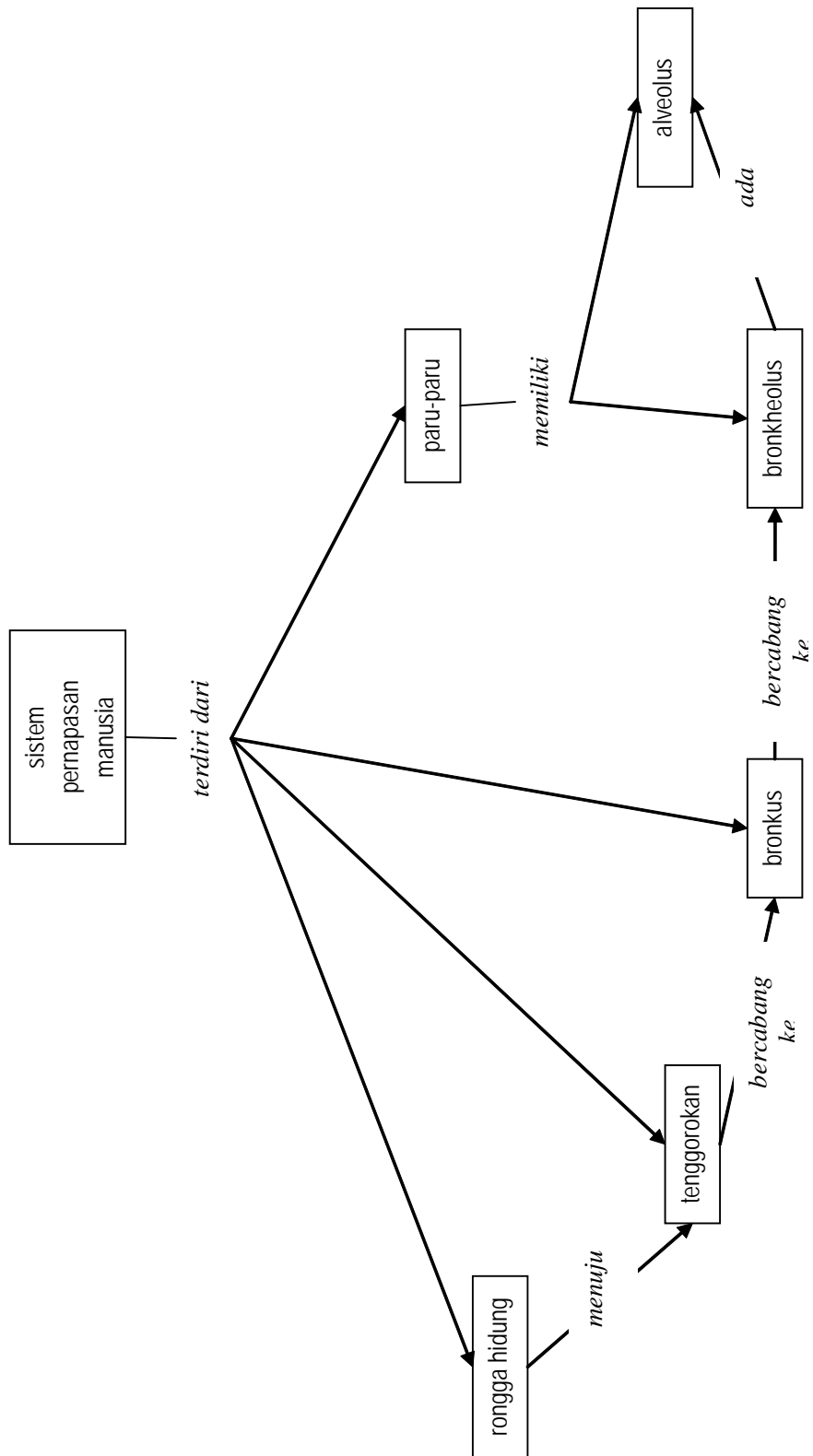
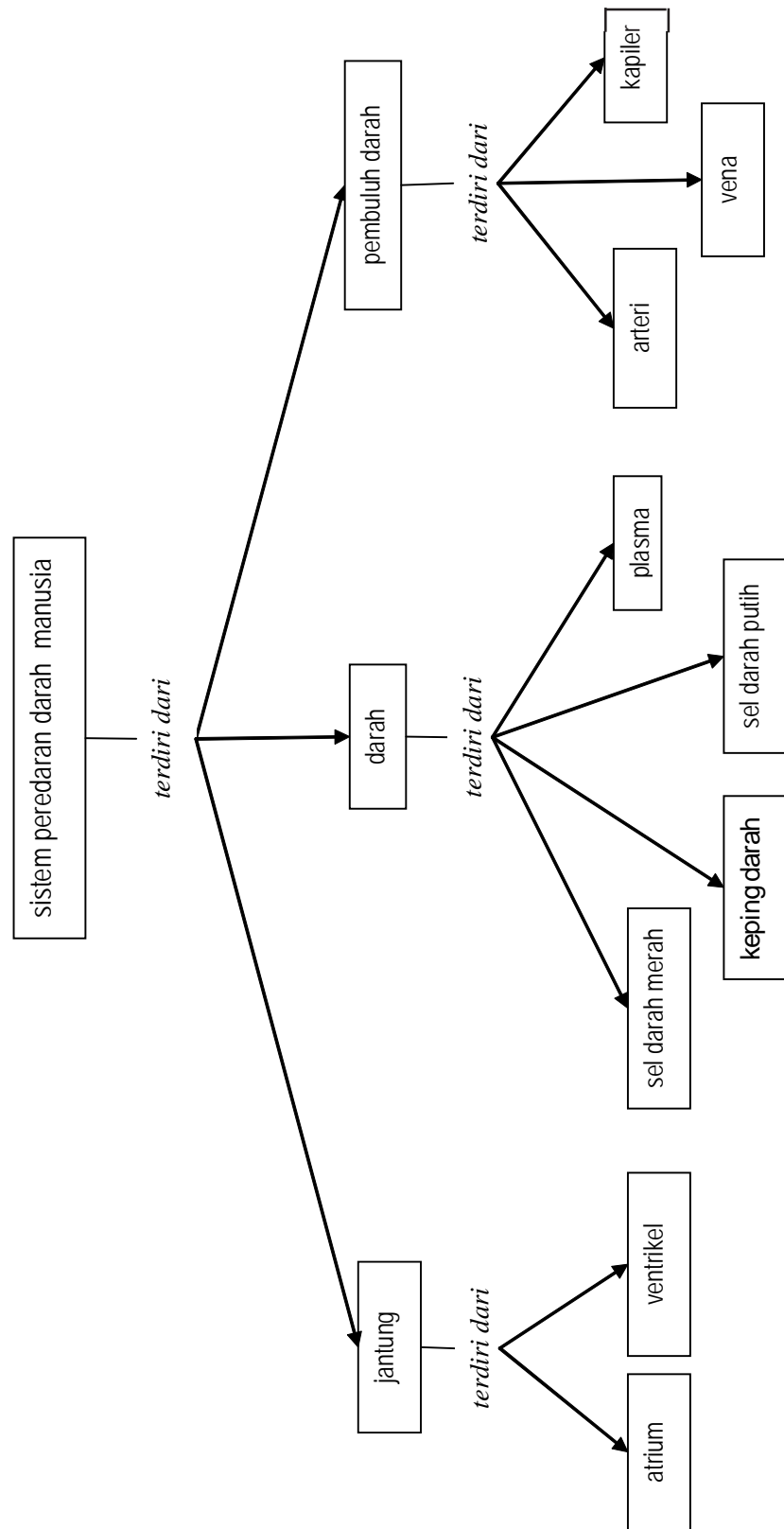
18. **Membuat Tabel:** Buatlah suatu tabel yang terdiri dari dua lajur. Lajur pertama isi dengan segala sesuatu tentang pencernaan mekanik, dan lajur ke dua tentang pencernaan kimiawi. Coba cari persamaan maupun perbedaan diantara kedua macam pencernaan tersebut.
19. **Kerja Proyek:** Catatlah semua makanan yang kamu konsumsi selama 7 hari berturut-turut pada sebuah tabel. Kamu bebas merancang bentuk tabel tersebut. Data yang harus kamu rekam adalah zat makanan apa saja yang paling banyan kamu konsumsi. Cari di literatur berapa kebutuhan kalori perhari yang kamu perlukan. Tentukan apakah makanan yang telah dikonsumsi cukup memenuhi

BAB 4

Sistem Pernapasan dan Peredaran Darah Manusia

A. Susunan dan Fungsi Sistem Pernapasan

B. Susunan dan Fungsi Sistem Peredaran Darah

Peta Konsep

Peta Konsep Sistem Pernapasan

Peta Konsep Sistem Peredaran Darah Manusia

Sistem Pernapasan dan Peredaran Darah Manusia

Pernahkah kamu berlari secepat-cepatnya sampai napasmu terengah-engah dan dada terasa akan meletus? Bagaimana dengan detak jantungmu? Bertambah cepat atau bertambah lambat? Apa yang kamu lakukan untuk mengembalikan kondisimu, dan mendapatkan udara sebanyak-banyaknya bagi paru-parumu? Berapa lama kecepatan pernapasanmu kembali normal? Sekarang mari kita lakukan kegiatan untuk mengetahui kecepatan pernapasan dan denyut jantungmu.

Kegiatan Penyelidikan

Kecepatan pernapasan dan denyut jantungmu

1. Letakkan tangan di dadamu! Perhatikan pernapasanmu! Kamu dapat merasakan dada bergerak naik turun. Tarik napas yang dalam! Perhatikan, bagaimanakah rongga dadamu naik dan turun dengan teratur. Rasakan pula denyut jantung di dadamu.
2. Hitung kecepatan pernapasan dan denyut jantung secara bergantian selama 15 detik! Kalikan 4 untuk mendapatkan kecepatan selama 1 menit.
3. Lakukan lari di tempat selama 1 menit. Hitung kembali kecepatan pernapasan dan denyut jantungmu.

Jurnal IPA

Berapa lama pernapasan dan denyut jantung normal kembali? Bagaimanakah pengaruh kegiatan tubuh pada kecepatan pernapasanmu?

Susunan dan Fungsi Sistem Pernapasan

Kita mengetahui bahwa makanan dan udara adalah kebutuhan penting untuk menunjang kehidupan. Dahulu, sebelum abad 18, tidak ada yang tahu apakah yang membuat udara begitu penting bagi kehidupan. Pada tahun 1774 ahli kimia berke-bangsaan Inggris menemukan bahwa tikus tidak dapat hidup pada wadah yang di dalamnya terdapat lilin menyala. Ia memberikan alasan bahwa suatu gas di udara yang membantu kehidupan tikus telah habis digunakan untuk menyalakan api lilin. Ia juga menemukan bahwa bila di dalam wadah tersebut dimasukkan tumbuh-tumbuhan, maka tikus dapat hidup lebih lama. Pikirkanlah tentang fotosintesis. Gas apakah yang dihasilkan pada peristiwa itu? Bagaimana hubungannya dengan kehidupan. Gas untuk kehidupan itu disebut *oksigen*

Kata-kata IPA
Faring
Laring
Trachea
Bronkus
Alveoli
Diafragma
Asma

Respirasi adalah proses yang menghasilkan energi dari glukosa yang terjadi di dalam sel. Sering terjadi kerancuan antara istilah *pernapasan* dan *respirasi*. Bernapas adalah proses memasukkan dan mengeluarkan udara dari paru-paru. Respirasi adalah proses penggunaan oksigen di dalam sel untuk menghasilkan energi. Pada akhir proses ini, dihasilkan limbah berupa gas karbondioksida. Gas tersebut akan dibawa darah ke paru-paru. Sekarang pikirkanlah, mengapa tikus tidak dapat hidup pada wadah yang di dalamnya berisi lilin menyala?

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.1
Susunan alat pernapasan manusia.

Organ-organ Sistem Pernapasan

Sistem pernapasanmu terdiri dari bagian-bagian tubuh yang disebut organ-organ pernapasan. Organ-organ ini membantu terjadinya proses pernapasan yaitu memasukkan udara ke paru paru dan mengeluarkannya dari paru-paru. Organ utama sistem pernapasanmu ditunjukkan pada **Gambar 4.1**. Organ-organ ini meliputi rongga hidung, faring, laring, trakhea, bronkus dan paru-paru. Udara

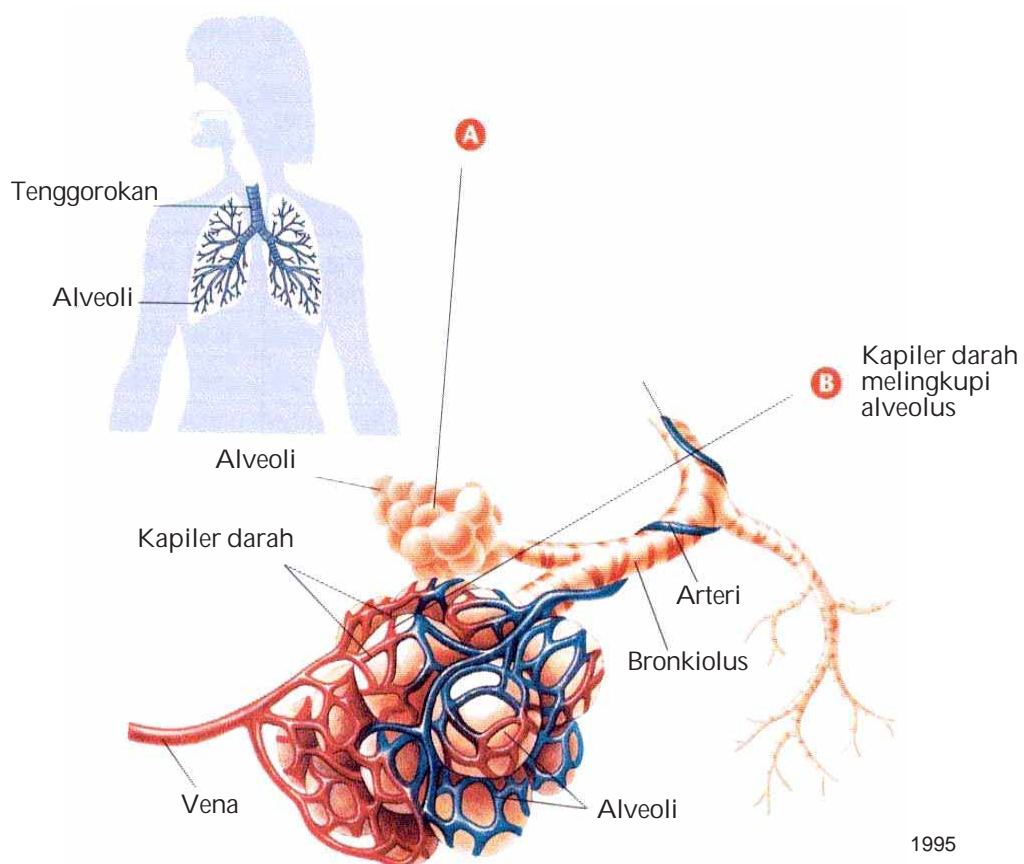
memasuki tubuhmu melalui dua lubang hidung yang terbuka. Rambut-rambut di dalam rongga hidung menangkap debu yang terdapat di udara. Lubang hidungmu berhubungan dengan rongga hidung. Rongga hidung merupakan tempat di mana udara dilembabkan dan dihangatkan. Kelenjar *mukus* menghasilkan lapisan lendir. Lapisan tersebut menangkap debu dan serbuk halus yang lain. Proses ini membantu menyaring udara yang kamu hirup. Pada dinding rongga hidung juga terdapat struktur seperti rambut kecil yang disebut *silia* yang menggerakkan mukus dan menangkap benda-benda yang menuju ke belakang kerongkongan.

Dari rongga hidung udara yang hangat dan lembab selanjutnya masuk ke faring. Faring adalah suatu saluran yang menyerupai tabung sebagai persimpangan tempat lewatnya makanan dan udara. Faring terletak di antara rongga hidung dan kerongkongan. Pada bagian ujung bawah faring terdapat katup yang disebut *epiglotis*. Epiglotis merupakan katup yang mengatur agar makanan dari mulut masuk ke kerongkongan, tidak ke tenggorokan. Pada saat menelan, epiglotis menutup laring. Dengan cara ini, makanan atau cairan tidak bisa masuk ke tenggorokan. Apakah yang akan terjadi jika kamu tertawa atau bercakap-cakap pada saat makan? Pikirkan!

Antara faring dan tenggorokan terdapat struktur yang disebut laring. Laring merupakan tempat melekatnya pita suara. Pada saat kamu berbicara, pita suara akan mengencang atau mengendor. Suara dihasilkan apabila udara bergerak melewati pita suara dan menyebabkan terjadinya getaran. Pita suara pada laki-laki lebih panjang dibanding pita suara perempuan.

Panjang tenggorokan mempunyai panjang sekitar 12 cm. Tenggorokan tersusun dari cincin tulang rawan berbentuk C. Susunan tulang tersebut menjaga supaya dinding tenggorokan tetap terbuka dan tidak saling berlekatan. Pada dinding dalam tenggorokan terdapat lapisan lendir dan silia untuk menangkap debu.

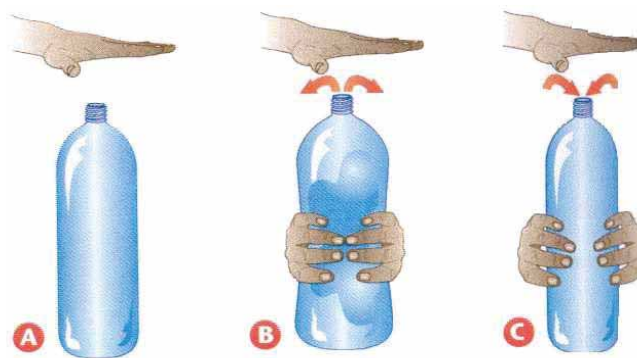
Pada ujung bawah tenggorokan terdapat dua percabangan yang disebut bronkus yang membawa udara menuju ke paru-paru. Paru-paru menempati sebagian besar ruangan rongga dada. Di dalam paru-paru bronkus bercabang-cabang membentuk saluran yang semakin kecil

ukurannya. Saluran yang terkecil disebut bronkiolus. Pada setiap bronkiolus terdapat segerombol kantung kecil seperti anggur , berdinding tipis yang disebut alveolus. Pertukaran gas oksigen dan karbondioksida terjadi di antara alveolus dengan kapiler darah. Oksigen diikat oleh hemoglobin dan diedarkan ke seluruh tubuh. Seiring dengan kejadian tersebut, gas karbondioksida dikembalikan oleh sel-sel tubuh melalui kapiler darah. Karbondioksida akan meninggalkan tubuhmu pada saat mengeluarkan napas. Organ sistem pernapasan disajikan pada **Gambar 4.2**

Gambar 4.2
Susunan paru-paru manusia.

Temukanlah

Bagaimanakah udara dapat keluar masuk tubuhmu?

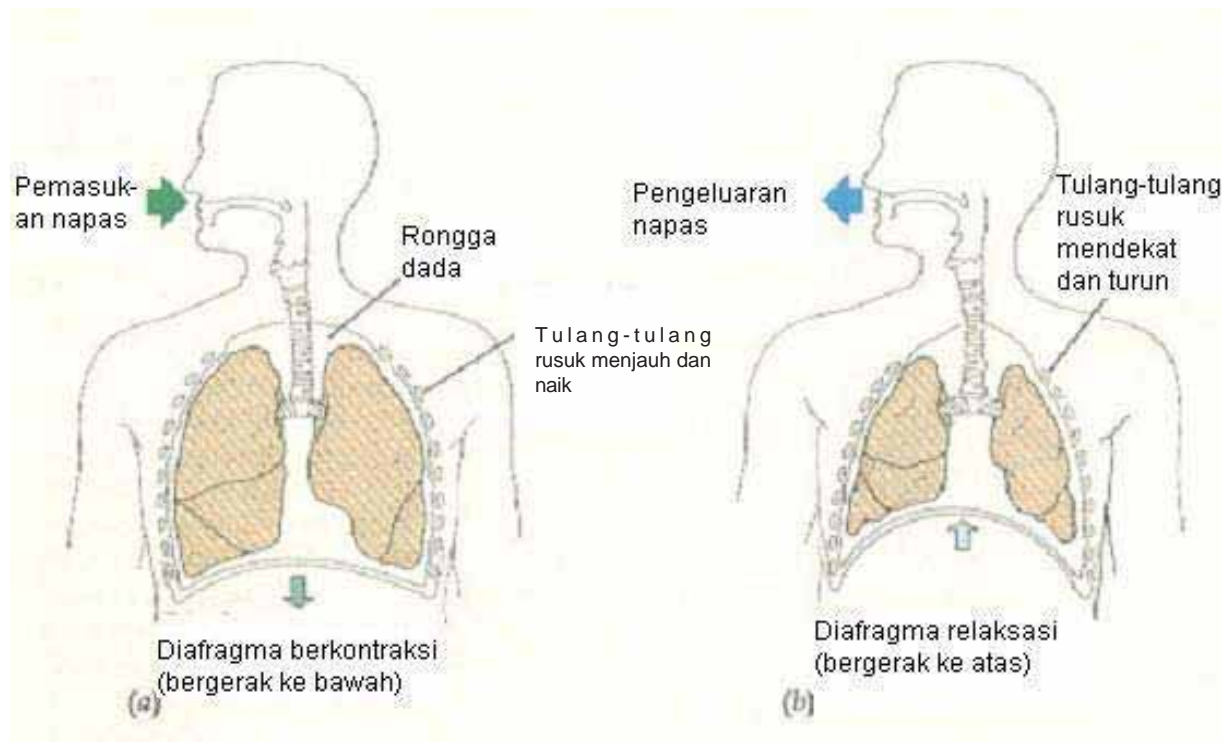
1. Siapkan sebuah botol plastik dan lakukan kegiatan seperti gambar di samping! Diskusikan dengan temanmu apa yang terjadi? Hubungkan diskusimu dengan tekanan, volume, dan aliran udara! Bandingkan hasil diskusi-mu dengan penjelasan yang ada di bawah gambar.
2. Apabila kamu memegang botol plastik kosong tanpa menekan-nya, kamu tidak akan merasakan adanya aliran udara yang keluar-masuk botol. Mengapa?
3. Kemudian tekanlah botol tersebut! Pada saat kamu menekan botol, volume botol mengecil dan tekanan udara di dalam botol meningkat. Pada saat tekanan udara di dalam botol meningkat, udara di dalam botol akan mengalir keluar. Jika tekanan tanganmu dikurangi dan akhirnya ditiadakan, volume botol akan meningkat dan tekanan udara dalam botol menurun. Akibatnya udara dari luar akan masuk ke dalam botol. Kamu dapat merasakan masuk keluarnya udara tersebut dengan meletakkan tanganmu di atas mulut botol.
4. Masuk keluarnya udara ke dalam rongga dada dapat disamakan dengan masuk keluarnya udara dari botol plastik tadi. Apabila jari-jari tangan adalah tulang-tulang rusuk, dinding botol adalah dinding rongga dada, ruang botol adalah rongga dada, dan udara dalam botol adalah udara pernapasan, jelaskan proses keluar masuknya udara pernapasan manusia!

Pada saat kamu bernapas dengan melibatkan otot antar tulang rusuk, disebut pernapasan dada. Sedangkan bila melibatkan otot-otot diafragma dan perut maka disebut pernapasan perut.

A. Bila kamu meletakkan telapak tangan di atas botol plastik, tidak terasa ada aliran udara. Mengapa?
B. Jika botol diremas, tekanan udara di dalam botol meningkat. Tekanan udara di dalam botol lebih besar dari pada di luar botol.
C. Bila kamu melepas remasanmu, tekanan udara di dalam botol lebih rendah dari pada di luar botol.

Proses Bernapas

Kegiatan 4.1 menggambarkan proses bernapas. Seperti yang telah kamu diskusikan, bernapas merupakan proses pengambilan dan pengeluaran udara pernapasan. Peristiwa ini melibatkan tekanan, volume, dan aliran udara. Apabila dinding botol plastik adalah dinding rongga dada, jari-jari tanganmu adalah tulang-tulang rusuk, ruang botol adalah rongga dada, dan udara di dalam botol adalah udara pernapasan, diskusikan dengan temanmu proses pernapasan yang terjadi di tubuhmu! Cocokkan hasil diskusimu dengan penjelasan di bawah ini dengan terlebih dulu mempelajari **Gambar 4.3**.

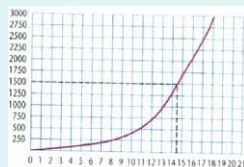
Udara masuk dan keluar dari paru-paru melalui proses yang disebut bernapas. Pada manusia proses ini melibatkan kontraksi otot pada dua bagian, yaitu tulang-tulang rusuk dan diafragma. Diafragma merupakan lembaran otot yang memisahkan rongga dada dengan rongga perut.

Menghirup udara pernapasan atau inspirasi, terjadi otot-otot antar tulang rusuk berkontraksi. Kontraksi ini menyebabkan tulang-tulang rusuk terangkat dan volume rongga dada bertambah. Bertambahnya volume rongga dada menyebabkan turunnya tekanan udara di dalamnya,

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.3
Pernapasan pada manusia:
(a) inspirasi, (b) ekspirasi.

Lab Mini 4.2

Mengukur kapasitas vital paru-paru

1. Siapkan sebuah balon berbentuk bulat dan meteran atau batang penggaris!
2. Salinlah grafik di bawah ini pada buku catatanmu! Perhatikan sumbu mendatar (X) yang menyatakan diameter balon dalam cm, sedangkan sumbu tegak (Y) menyatakan volume paru-paru dalam cm3! Bila kamu meniup balon sekuatnya sampai berdiameter 17 cm, maka volume paru-parumu sekitar 2500 cm3.

3. Tarik-tariklah balon karet beberapa kali! Ambil napas dalam-dalam! Lalu tiupkan napasmu ke dalam balon tersebut! Ikatlah supaya balon tidak kempis!

4. Ukurlah diameter balon tersebut! Catatlah hasilnya di buku tulis! Dengan menggunakan tabel, tentukan volume paru-parumu! Lakukan kegiatan ini berkali-kali!
5. Volume paru-paru yang kamu peroleh disebut kapasitas vital , yaitu jumlah udara yang dapat kamu hembuskan sekuat kuatnya setelah pengambilan napas sedalam-dalamnya.

sehingga tekanan udara dalam rongga dada lebih rendah dibanding tekanan udara di luar tubuhmu. Perbedaan tekanan ini menyebabkan udara dari luar tubuh masuk ke dalam rongga dada. Bertambahnya volume rongga dada diikuti oleh bertambahnya volume paru-paru. Dalam hal ini udara dari luar masuk ke paru-paru. Pada saat mengeluarkan napas (ekspirasi), otot-otot tulang rusuk relaksasi, sehingga tulang-tulang rusuk turun dan menekan rongga dada. Penekanan ini menyebabkan volume rongga dada berkurang dan tekanan udara di dalamnya naik. Tekanan udara di dalam rongga dada lebih tinggi dari pada tekanan di luar tubuh. Perbedaan tekanan ini mengakibatkan udara mengalir dari rongga dada (paru-paru) ke luar tubuh. Menghirup dan mengeluarkan napas (bernapas) sebagai akibat dari berkontraksi dan relaksasi otot-otot tulang rusuk disebut pernapasan dada. Volume udara pernapasan dapat diukur secara sederhana seperti pada kegiatan **Lab Mini 4.1**.

Peningkatan dan penurunan volume rongga dada juga disebabkan oleh kontraksi otot diafragma. Pernapasan akibat kontraksi dan relaksasinya otot diafragma disebut pernapasan perut. Perhatikan kembali **Gambar 4.3.** Cermati peran diafragma dalam dalam proses bernapas! Cobalah deskripsikan dengan kalimatmu sendiri tentang proses pernapasan perut! Cocokkan hasilnya dengan penjelasan selanjutnya!

Bentuk diafragma saat otot relaksasi adalah cembung ke atas. Lihat **Gambar 4.3.** Saat otot diafragma berkontrasi, bentuk diafragma berubah menjadi datar. Perubahan bentuk ini menyebabkan volume rongga dada bertambah. Dengan bertambahnya volume rongga dada, tekanan udara di dalamnya turun, sehingga tekanan udara di dalam rongga dada lebih rendah daripada tekanan udara di luar tubuh. Perbedaan tekanan ini menyebabkan udara di luar tubuh mengalir ke dalam rongga dada, disebut pengambilan napas atau inspirasi. Saat otot diafragma kembali relaksasi, bentuknya kembali cembung ke atas dan mendorong rongga dada, sehingga rongga dada menjadi lebih sempit dan volume rongga dada berkurang. Berkurangnya volume rongga dada menyebabkan tekanan udara di dalam rongga dada naik, lebih tinggi daripada tekanan udara di luar tubuh. Perbedaan tekanan ini menyebabkan udara di dalam rongga

dada mengalir ke luar tubuh. Proses pengeluaran napas ini disebut ekspirasi. Menurut pendapatmu, kapan terjadinya pernapasan dada dan pernapasan perut?

Gangguan Pernapasan

Beberapa gangguan pernapasan disebabkan oleh gangguan yang terjadi pada alat-alat pernapasan. Satu penyakit gangguan pernapasan yang umum diderita oleh manusia antara lain adalah :

a. **Asma,** penyempitan saluran pernapasan yang diakibatkan oleh alergi terhadap kondisi lingkungan misalnya debu, rambut hewan atau hawa dingin.
b. **Pneumonia,** suatu peradangan dinding alveolus yang diakibatkan oleh bakteri *Diplococcus pneumoniae*. Akibat peradangan tersebut terjadi penurunan area alveolus untuk pertukaran gas oksigen dan karbondioksida.
c. **Pleuritis,** suatu peradangan pada selaput pembungkus paru-paru. Akibat peradangan ini terdapat cairan yang berlebihan pada selaput paru-paru (pleura) sehingga penderitanya akan merasa nyeri dada ketika bernapas.
d. **Tuberkulosis (TBC),** terbentuk bintil-bintil di dalam alveolus sehingga mengurangi area alveolus untuk pertukaran gas. TBC disebabkan oleh bakteri tuberculosis.

Pengaruh rokok dan asap pembakaran tak sempurna

Kanker paru-paru dapat menyebabkan kematian pada penderitanya. Menghirup tar yang terdapat pada asap rokok adalah faktor terbesar penyumbang penyebab penyakit kanker paru-paru. Merokok juga diyakini sebagai salah satu faktor berkembangnya kanker mulut, kerongkongan, laring dan pankreas. Kamu dapat menjaga kesehatan saluran pernapasanmu dengan menghindari merokok.

Bahan berbahaya yang lain adalah senyawa karbon monoksida (CO). Gas ini dihasilkan dari pembakaran yang tidak sempurna. Beberapa sumber gas CO adalah asap kendaraan bermotor, asap pembakaran sampah dan asap hasil pembakaran rokok. Gas CO amat berbahaya bagi kesehatan karena sifat kimia CO yang lebih mudah berikatan

dengan hemoglobin daripada dengan oksigen. Sehingga, bila di udara kandungan CO tinggi maka hemoglobin akan berikatan dulu dengan CO, akibatnya sel-sel tubuh akan kekurangan oksigen. Keracunan gas CO dalam waktu yang relatif lama dapat menyebabkan kematian.

Menyusun aturan tentang waktu dan tempat bagi seseorang untuk boleh merokok

Tidak dapat dipungkiri bahwa sebagian masyarakat tidak dapat menghentikan kebiasaan merokoknya. Ketika orang merokok asapnya akan menyebar kesegala arah. Bisa jadi seseorang yang bukan perokok akan menghirup asap tersebut. Ketika asap terhirup oleh orang lain, seorang perokok telah mengganggu dan membuat orang lain berisiko untuk sakit.

Buatlah sebuah kelompok yang terdiri dari 4 orang! Susunlah suatu peraturan di rumah atau di kampungmu, agar seseorang yang terpaksa merokok bisa tetap merokok tanpa harus mengganggu orang lain! Tetapkanlah suatu aturan tentang kapan dan di mana orang tersebut harus merokok! Diskusikan hasilmu dengan kelompok lain dengan bimbingan gurumu!

Intisari Subbab

1. Jelaskan pengertian pernapasan!
2. Tuliskan alat-alat pernapasan pada manusia secara urut!
3. Jelaskan beberapa istilah berikut!
   a. faring
   b. epiglotis
   c. bronkiolus
   d. alveolus
   e. asma
4. Mengapa kebiasaan merokok amat berbahaya bagi kesehatan kita?

Bina Keterampilan

Merancang Publikasi

Setelah kamu mengetahui betapa berbahayanya rokok bagi kesehatan manusia, buatlah sebuah kelompok yang terdiri dari 5 orang. Tugas kelompok adalah mempersiapkan sebuah kampanye anti rokok yang akan digelar di halaman sekolahmu. Buatlah pula sebuah poster untuk disampaikan kepada warga masyarakat tentang bagaimana *bahaya merokok bagi kesehatan*.

B

Susunan dan Fungsi Sistem Peredaran Darah

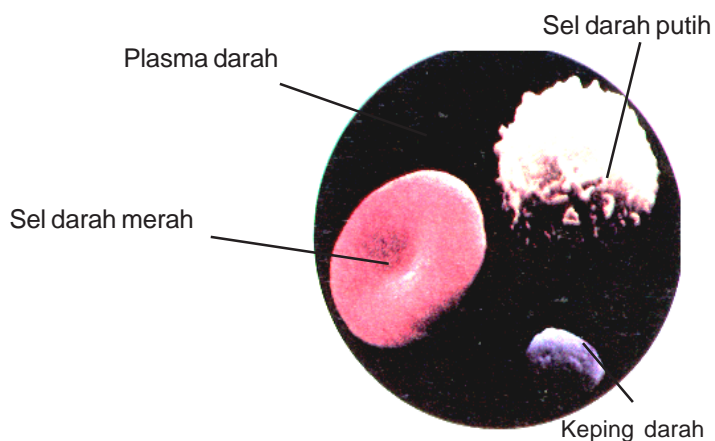
Kata-kata IPA
Plasma
Sel darah merah
Hemoglobin
Keping darah
Sel darah putih
Sistem sirkulasi
Ventrikel arteri
Atrium
Vena
Klep
Aorta
Vena cava
Arteri pulmonalis
Vena pulmonalis
Sirkulasi pulmonalis
Sirkulasi sistemik
Sirkulasi koronaria

Darah

Banyaknya darah seseorang tergantung dari berat tubuh atau ukuran badannya. Kita semua membutuhkan darah untuk mempertahankan kesehatan. Pada kenyataannya, susunan atau komposisi darah dapat mencerminkan tingkat kesehatan seseorang. Oleh karena itu, pemeriksaan darah merupakan salah satu bagian penting dari pemeriksaan kesehatan seseorang. Hasil pemeriksaan tersebut mencerminkan banyak hal tentang keadaan kesehatan seseorang.

Darah merupakan suatu jaringan yang terdiri dari bermacam-macam sel dan cairan, seperti yang ditunjukkan oleh **Gambar 4.4**. Darah mempunyai banyak fungsi penting dalam setiap kegiatan tubuh. Fungsi tersebut mirip dengan sistem lalu lintas di kotamu. Darah memasok bahan-bahan yang diperlukan sel-sel yang bekerja sama membangun tubuhmu.

Tubuhmu tersusun dari berjuta-juta sel. Masing-masing sel seperti pabrik kecil yang harus dipasok dengan zat kimia tertentu dan mengeluarkan zat sisa yang harus dibuang.

Sistem pemasokan dan pengantaran di dalam tubuh disebut sistem peredaran darah (transportasi). Sistem peredaran darah terdiri atas sistem kardiovaskular atau sistem sirkulasi dan sistem getah bening atau sistem limfa.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.4
Bagian-bagian darah.

Sistem kardiovaskular mengalirkan darah dari satu tempat ke tempat lain. Darah mengalir melalui suatu rangkaian pipa yang disebut pembuluh darah. Jantungmu berfungsi sebagai pompa untuk membantu menggerakkan atau mensirkulasi darah melalui pembuluh-pembuluh darah ini.

Bagian-bagian Darah

Darah merupakan jaringan yang tersusun atas plasma, sel darah merah, sel darah putih, dan keping-keping darah. Kurang lebih 55% bagian dari darah adalah plasma.

Plasma

Plasma adalah bagian cair darah dan sebagian besar tersusun oleh air.

Sel Darah Merah

Walaupun bagian cair darah mengangkut sari-sari makanan dan menyalurkan tekanan darah ke seluruh pembuluh, kamu tidak dapat hidup tanpa adanya sel-sel darah dalam cairan tersebut.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.5
Sel darah merah.

Jenis sel yang paling banyak dalam darah adalah sel darah merah. Satu millimeter kubik darah, kurang lebih sekitar satu tetes, terdiri dari lima juta lebih sel darah merah. Fungsi utama sel darah merah adalah mengangkut oksigen dari paru-paru ke sel-sel seluruh tubuh.

Sel-sel darah merah dibentuk di dalam sumsum tulang. Pertama kali dibentuk, sel darah merah mempunyai inti sel seperti sel-sel lain, namun dalam perkembangannya pada sumsum tulang , sel terisi oleh hemoglobin dan inti sel menyusut dan kemudian lenyap. Akibatnya, sel darah merah dewasa, tidak mempunyai inti sel. Sel-sel darah merah dapat hidup sampai 120 hari.

Hemoglobin

Kamu telah mengetahui adanya karat pada kaleng bekas. Karat adalah suatu besi-oksida, yang terbentuk bilamana zat besi berikatan dengan oksigen. Sel darah merah mengandung hemoglobin, suatu pigmen merah yang

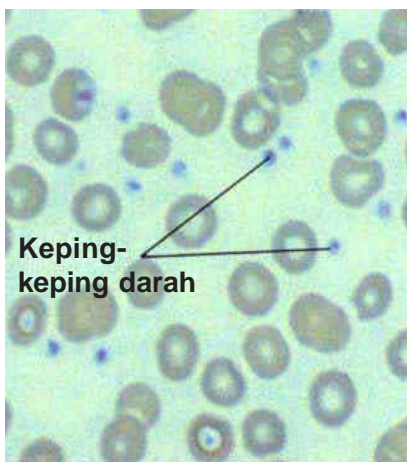
mengandung zat besi. Ketika darah melewati paru-paru, oksigen terikat pada zat besi pada hemoglobin sel darah merah. Kemudian sel darah merah bergerak ke tempat lain dimana hemoglobin akan melepaskan oksigen dan selanjutnya berdifusi ke dalam sel. Sel-sel tubuh menggunakan oksigen untuk menghasilkan energi dari sari-sari makanan seperti karbohidrat, lemak dan protein. Karbondioksida sebagai hasil samping dari proses di atas akan berdifusi ke dalam darah. Sel-sel darah merah dan plasma membawa karbon dioksida, pertama menuju jantung kemudian dipompa ke paru-paru. Di sanalah karbon dioksida berdifusi ke alveolus dan kemudian dihembuskan ke luar melalui pernapasan.

Sumber: Microsoft Encarta 2005

Gambar 4.6
Sel darah putih.

Sel-sel Darah Putih

Berbeda dengan sel darah merah, pada satu millimeter kubik darah hanya terdapat lima sampai sepuluh ribu sel-sel darah putih. Artinya, setiap lima ratus sel darah merahmu hanya ditemukan sebuah sel darah putih. Jumlahnya amat berbeda. Apakah fungsi kedua sel tersebut juga berbeda?

Sel-sel darah putih seperti pada **Gambar 4.6** bertugas memerangi bakteri, virus dan bahan-bahan asing yang masuk ke dalam tubuh. Badanmu menanggapi adanya infeksi dengan meningkatkan jumlah sel-sel darah putih. Pada bagian selanjutnya kamu akan memahami bagaimana sel-sel darah putih menghancurkan bakteri, virus dan bahan-bahan asing lain yang masuk ke dalam tubuh.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

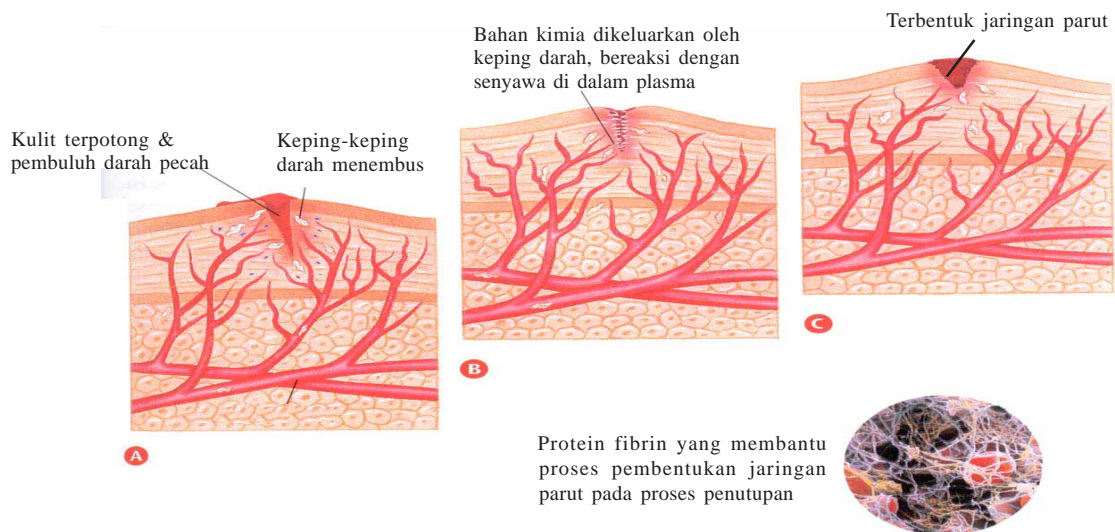
Gambar 4.7
Keping-keping darah.

Keping-Keping Darah

Pada **Gambar 4.7** kamu bisa melihat bentuk sel darah lain yang tipis, kecil, bentuk tidak teratur, disebut keping-keping darah. Keping-keping darah hanya mampu hidup antara 5 sampai 9 hari saja. Walaupun masa hidup amat pendek, keping-keping darah berperan penting dalam proses penutupan luka dan pemulihannya, sehingga tubuhmu bebas dari penyakit.

Pendarahan bisa berhenti karena ada kegiatan keping-keping darah dalam darahmu. Keping-keping darah adalah bagian-bagian sel atau fragmen-fragmen sel yang dapat menghentikan aliran darah dari pembuluh darah yang pecah. Bila kamu terluka , kapiler-kapiler darah banyak yang

terbuka. Darah akan mengalir ke luar dari pembuluh dan menuju kulit, seperti air yang mengalir waktu kamu menyirami halaman rumahmu. Keping-keping darah dalam tubuhmu bekerja mencegah pendarahan yang serius. Bagaimana cara keping darah menghentikan pendarahan? Perhatikan **Gambar 4.8**.

Gambar 4.8 menjelaskan bagaimana pembuluh darah yang robek atau rusak ditutup kembali. Proses ini disebut *clotting*. Cobalah ceritakan kembali bagaimana peristiwa itu terjadi dengan kalimatmu sendiri.

A. Kulit terpotong dan pembuluh darah pecah, keping-keping darah menembus dinding pembuluh darah.
B. Bahan-bahan kimia dibebaskan oleh keping-keping darah, bereaksi dengan senyawa t pada plasma. Serabut-serabut dihasilkan untuk menjebak keluarnya sel-sel darah.
C. Jaringan parut terbentuk dan semakin lama semakin keras.

Sumber: Daniel Lucy. 1995

Gambar 4.8
Proses penutupan luka.

Lab Mini 4.2

Bagian apa saja yang menyusun darahmu?

Kamu dapat membuat suatu model darah dengan menggunakan minyak goreng, air, dan zat warna kue.

Apa yang kamu perlukan?

tabung reaksi
pipet tetes
minyak
air

Apa Yang Harus Dilakukan?

1. Pada tabung reaksi, tuangkan 5 ml minyak goreng ke dalam 5 ml air!
2. Tambahkan beberapa tetes zat warna kue berwarna merah! Tutuplah ujung tabung reaksi dengan sumbat dan kocoklah!
3. Diamkanlah tabung reaksi beberapa saat, biarkan sampai larutan terpisah! Terdapat berapa lapisan yang terbentuk?

Alat-alat peredaran darah

Sistem kardiovaskular

Sistem sirkulasimu tersusun dari jantung, pembuluh darah, dan darah. Darah mengirim materi-materi yang dibutuhkan tubuh, seperti oksigen, air, dan zat makanan. Darah juga mengangkut zat-zat buangan sel, seperti gas karbondioksida untuk dikeluarkan dari tubuh. Kardiovaskular berasal dari kata *cardio* berarti jantung dan *vascular* berarti pembuluh darah. Sistem ini terdiri dari jantung, darah, dan pembuluh darah yang panjangnya berkilo-kilometer untuk membawa darah ke setiap bagian tubuh. Sistem ini merupakan sistem tertutup. Bagaimana bagian-bagian sistem ini bekerja? Secara garis besar sistem kardiovaskular pada manusia dapat dilihat pada **Gambar 4.9.**

Jantung

Percayakah kamu bahwa ada sebuah pompa di dalam dadamu yang mulai bekerja sejak sebelum kamu lahir? Kedengarannya aneh. Pompa itu adalah jantungmu.

Perhatikan **Gambar 4.10!** Cobalah deskripsikan susunan jantung dengan kalimatmu sendiri, kemudian cocokkan hasil deskripsimu dengan penjelasan berikut!

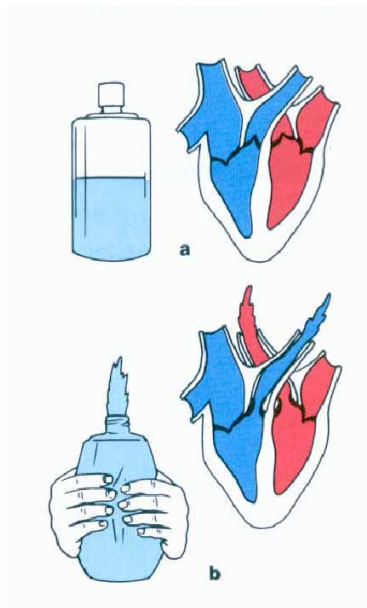
Sumber: Daniel Lucy. 1995

Gambar 4.9
Sistem sirkulasi manusia.

Jantung merupakan organ berotot kurang lebih sebesar kepalan tangan. Jantung terletak di belakang tulang dada dan di antara paru-parumu. Jantung manusia mempunyai empat ruang. Dua ruang di bagian atas disebut serambi (atrium) kanan dan kiri. Masing-masing serambi berhubungan dengan pembuluh balik. Dua ruang besar di bawahnya disebut bilik (ventrikel) kanan dan kiri. Masing-masing bilik berhubungan dengan pembuluh nadi. Antara serambi dan bilik di bawahnya dipisahkan oleh sebuah klep, sehingga darah mengalir hanya dari satu atrium ke satu ventrikel. Di antara serambi kanan dan kiri, dan antara bilik kanan dan kiri dipisahkan oleh sekat. Karena jantung mempunyai dua belahan, kamu dapat mengumpamakan bahwa jantung merupakan dua pompa yang terpisah, satu di sebelah kanan dan satu di sebelah kiri (Lihat **Gambar 4.10**).

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.10
Jantung manusia mempunyai empat ruang.

Klep adalah lembaran yang mempertahankan agar darah mengalir dalam satu arah. Klep antara serambi kiri dan bilik kiri disebut valvula bikuspidalis (klep dua daun). Klep antara serambi kanan dan bilik kanan disebut valvula trikuspidalis (klep tiga daun). Klep lain terdapat di antara ventrikel dan arterinya yang disebut valvula semilunaris.

Gambar 4.11
Kerja jantung seperti botol plastik berisi air. Saat botol tidak ditekan, tidak ada cairan yang keluar. Saat botol ditekan, cairan tersemprot keluar.

Bagaimana jantung bekerja sebagai pompa? Perhatikan **Gambar 4.11**. Gambar ini memperlihatkan pemompaan jantung yang diumpamakan seperti menekan botol plastik berisi air. **Gambar 4.11(a)** memperlihatkan botol plastik saat tidak ditekan. Tidak ada cairan yang keluar. Jika otot jantung tidak menekan, tidak ada darah yang dipompa. **Gambar 4.11(b)** memperlihatkan botol plastik yang sedang dipompa dan air memancar keluar. Pada gambar tersebut juga memperlihatkan bahwa saat otot bilik jantung menekan, darah mengalir keluar. Masing-masing pemompaan jantung disebut denyut. Selama satu denyut, kedua serambi berkontraksi pada saat yang sama.

Aliran darah di dalam jantung diuraikan sebagai berikut:

1. Darah dari pembuluh balik memasuki serambi jantung kanan dan kiri.
2. Serambi mulai memompa atau menekan darah keluar menuju bilik. Saat itu serambi berkontraksi.
3. Ketika serambi berkontraksi, bilik kanan dan kiri relaksasi (tidak memompa). Saat itu bilik menerima darah dari serambi.
4. Bilik kanan dan kiri kemudian berkontraksi menekan darah ke dalam dua arteri besar menuju tubuh dan paru-paru.
5. Saat bilik memompa darah ke pembuluh nadi, serambi relaksasi. Saat itu darah dari pembuluh balik (dari tubuh) kembali memasuki serambi, seperti proses nomor 1 dan siklus jantung terulang lagi.

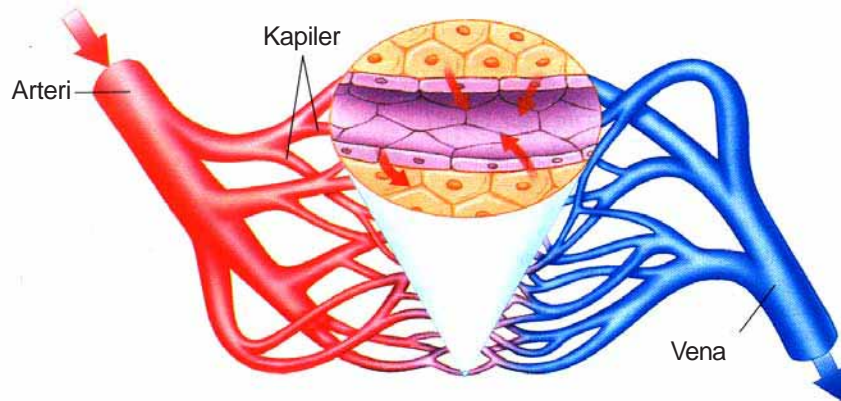
Lab Mini 4.3

Apa sajakah bagian jantung itu?

Gambar dan berilah keterangan suatu diagram jantung! Berilah warna merah bagian yang kaya oksigen dan biru untuk bagian yang kaya karbondioksida! Jelaskan tujuan keberadaan sekat yang tebal dan dinding berotot di antara sisi kanan dan kiri jantung!

Pembuluh darah

Seperti halnya tetes zat warna yang terlarut di dalam minyak, sel darah merah, darah putih dan keping-keping darah terlarut di dalam plasma dan bergerak sepanjang sistem sirkulasi. Bahan-bahan yang terlarut seperti : sari-sari makanan, mineral, dan oksigen juga berada dalam plasma untuk diangkut ke seluruh sel tubuh manusia.

Gambar 4.12 menunjukkan apa yang terjadi pada oksigen dan zat-zat makanan pada saat darah melewati kapiler-kapiler pada jaringan tubuh.

Sumber: Kaskel, 1995

Gambar 4.12
Pembuluh arteri, vena, dan kapiler.

Pembuluh nadi (Arteri)

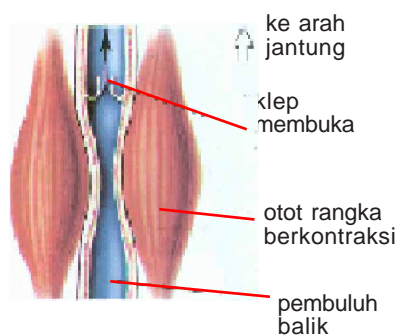
Saat darah ditekan keluar dari jantung merupakan awal perjalanan darah melalui pembuluh nadi, kapiler, dan pembuluh balik. Pembuluh nadi adalah pembuluh darah yang

1. membawa darah keluar dan menjauhi jantung
2. membawa darah dengan tekanan tinggi
3. berdinding tebal dan berotot.

Masing-masing bilik jantung dihubungkan dengan pembuluh nadi, sehingga apabila bilik berkontraksi, darah dialirkan dari jantung ke pembuluh nadi. Aorta merupakan pembuluh nadi berdiameter paling besar. Pembuluh nadi bercabang menjadi pembuluh-pembuluh darah yang lebih sempit.

Pembuluh balik (Vena)

Pembuluh balik (vena) adalah pembuluh darah yang:

1. mengalirkan darah ke jantung
2. mempunyai lebih sedikit otot daripada arteri
3. bentuknya agak lebih pipih daripada arteri
4. berdinding lebih tipis daripada arteri
5. membawa darah dengan tekanan rendah
6. mempunyai klep satu arah untuk mempertahankan

gerakan darah ke arah jantung. Jika ada gerakan darah membalik, tekanan darah akan menutup klep, sehingga darah tidak bisa melanjutkan untuk mengalir balik. Lihat **Gambar 4.13** Jumlah klep terbanyak terdapat pada vena kaki. Mengapa?

ke arah jantung
klep menutup
relaksasi
pembuluh balik

Sumber: Kaskel 1995

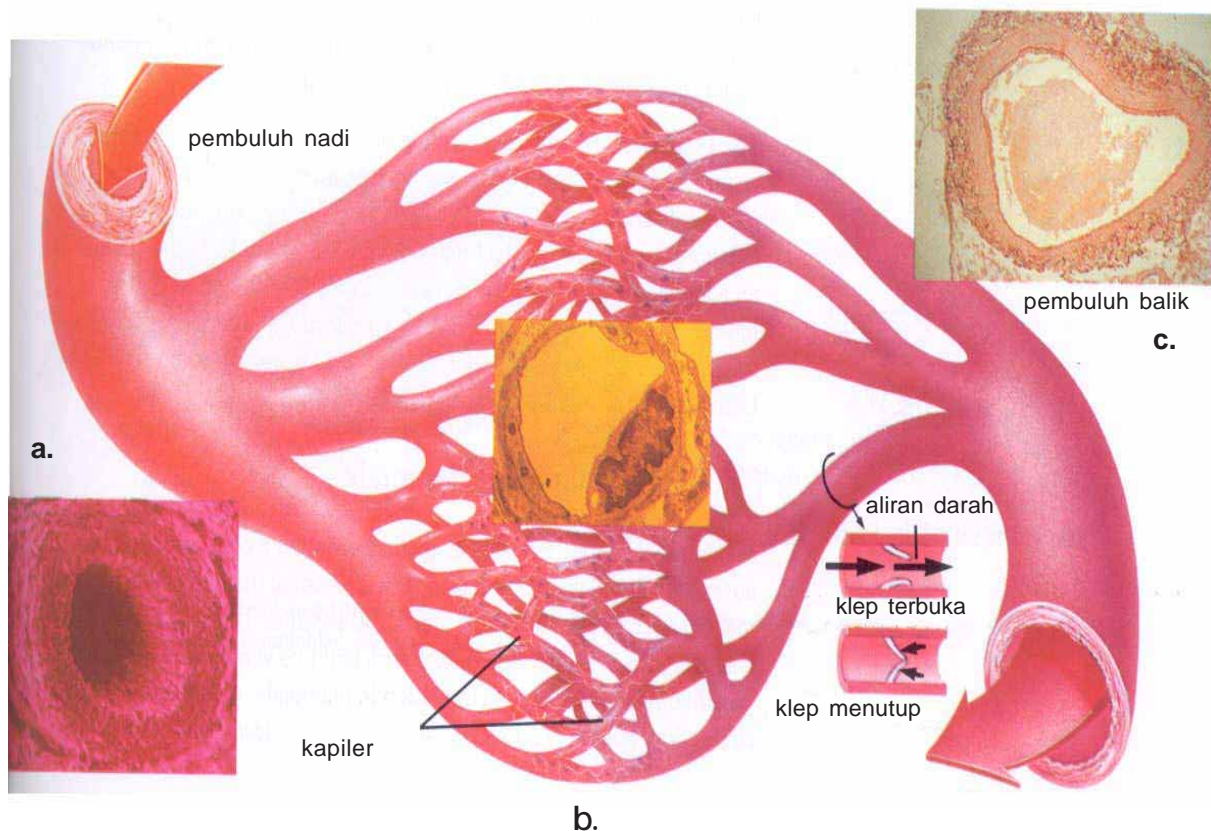
Gambar 4.13
Arah aliran darah dalam pembuluh balik. Apabila darah mengalir balik, klep akan menutup.

Bagaimana darah mengalir di dalam pembuluh balik? Pembuluh balik di dekat otot rangka tertekan ketika otot-otot ini berkontraksi (Lihat **Gambar 4.13**). Penekanan ini membantu darah mengalir ke arah jantung. Darah di dalam pembuluh balik membawa zat-zat sampah dari sel-sel tubuh dan mengandung sedikit oksigen.

Kapiler

Pembuluh-pembuluh darah dalam tubuh menjadi sangat sempit sampai tidak bisa lagi disebut sebagai pembuluh nadi atau pembuluh balik. Bagian ini disebut kapiler. Kapiler adalah pembuluh darah terkecil, hanya bisa dilihat dengan bantuan mikroskop. Kapiler menghubung-kan pembuluh nadi dengan pembuluh balik. Dinding kapiler hanya setebal satu sel. Tubuhmu lebih banyak mempunyai kapiler daripada pembuluh nadi dan pembuluh balik. Makanan dan oksigen meresap ke sel tubuh melalui dinding kapiler yang tipis. Zat-zat sisa, misalnya karbondioksida bergerak dari sel-sel tubuh meresap ke dalam kapiler untuk dibawa kembali ke jantung. Gambaran susunan/struktur pembuluh nadi, vena dan kapiler darah dapat dilihag pada **Gambar 4.14.**

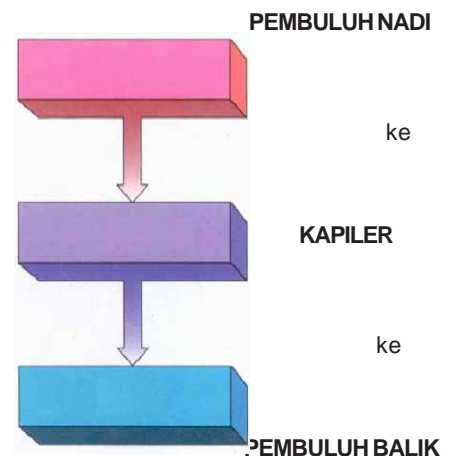
Aliran dan Tekanan Darah

Pasokan darah secara tetap penting bagi seluruh bagian tubuh. Pemompaan darah oleh jantung menghasilkan tekanan darah yang diperlukan untuk mendorong darah dalam pembuluh darah. Agar tekanan darah terjaga tetap, maka pembuluh harus terisi penuh oleh darah. Bila terjadi kehilangan darah akibat kecelakaan atau penyakit, tekanan dapat hilang. Darah tidak dapat bergerak ke tempat yang diinginkan. Sebagai akibatnya sel-sel tubuh akan mati. Karena itulah, mengapa para tenaga medis menginjeksikan plasma pada orang yang mengalami pendarahan hebat. Plasma juga mengangkut senyawa kimia penting lain yang disebut hormon , untuk dibawa dari satu bagian tubuh ke

Sumber: Daniel Lucy. 1995

Gambar 4.14
Pembuluh darah:
a. pembuluh nadi,
b. kapiler,
c. pembluh balik.

bagian tubuh yang lain. Hormon mengatur bermacam-macam fungsi tubuh seperti pertumbuhan dan cara tubuh menggunakan makanan.

Saat kamu memompa ban sepeda, kamu dapat merasakan tekanan udara di dinding ban. Ketika jantung memompa darah melalui sistem kardiovaskular, darah juga memiliki tekanan yang disebut tekanan darah di dinding pembuluh darah. Tekanan darah tertinggi berada di pembuluh nadi.

Timbulnya tekanan ini seperti keadaan air yang keluar dari botol plastik bersaluran yang ditekan dengan tanganmu. Tepat setelah air masuk ke dalam saluran, darah didorong ke dalam pembuluh nadi. Dorongan darah ke dinding pembuluh darah disebut tekanan darah. Tekanan ini memungkinkan darah mengalir di dalam pembuluh-pembuluh darah.Tekanan darah diukur di dalam pembuluh nadi besar dan diwujudkan dalam dua angka, biasanya 120 sampai 80. Angka pertama menunjukkan tekanan saat bilik berkontraksi dan darah ditekan keluar jantung, disebut angka sistol. Tekanan darah turun saat bilik relaksasi. Angka

Gambar 4.15
Arah aliran darah dalam pembuluh darah.

kedua, yaitu yang lebih rendah adalah hasil pengukuran tekanan saat bilik relaksasi dan mengisi darah, tepat sebelum bilik-bilik ini berkontraksi lagi, disebut angka diastol. Untuk menambah keterampilan mengukur tekanan darah, lakukan **Kegiatan 4.3.**

Pengamatan
Mengukur Tekanan Darah

1. Apakah tekanan darah itu?
2. Masalah: Bagaimana kamu mengukur tekanan arteri?
3. Mengapa tekanan darah penting untuk diketahui?

Alat dan bahan

. sphygmomanometer
. stetoskop
. kursi 2 buah
. alkohol
. kapas

Langkah kerja

Perhatikan gambar di samping dengan seksama! Lakukan hal yang sama dengan yang dilakukan dua anak pada gambar tersebut! Agar lebih terarah, ikuti juga petunjuk berikut!

1. Mintalah pasangan kerjamu duduk di atas kursi dengan tangan di atas meja! Mintalah satu tangannya menghadap ke atas seperti gambar di samping!
2. Duduklah menghadap temanmu! Lingkarkan manset pengukur tekanan darah pada siku tangan temanmu! Ikatkan manset itu dengan ketat!
3. Tutuplah klep pada pompa! Masukkankan ujung stetoskop dalam telingamu! Tempatkan kepala bulat stetoskop di atas arteri lengan temanmu seperti diperlihatkan pada gambar! Pompa hingga jarum/air raksa mencapai di atas skala 160!
4. Dengan perlahan-lahan, bukalah klep pompa! Jangan membuka klep terlalu cepat! Amatilah skala dan ukurannya! Jarum akan turun dengan kecepatan tetap! Bacalah angka pada skala saat kamu mendengar denyut pertama kali! Saat denyut ini terjadi , angka di atas skala penunjuk merupakan **angka sistol**!
5. Teruskan untuk mendengarkan denyut jantung! Amatilah jarum di atas skala! Catatlah angka pada skala ketika kamu mendengar denyutan yang terakhir, angka pada skala ini disebut **angka diastol**. Pada titik ini, tekanan darah telah turun!

6. Lepaskan manset dari tangan pasangan kerjamu! Catatlah tekanan darah temanmu! Bersihkan ujung stetoskop dengan alkohol! Bertukar tempatlah dengan teman kerjamu untuk melakukan kegiatan yang sama! *Perhatian: jangan melakukan kegiatan ini pada orang yang sama lebih dari satu kali untuk satu tatap muka!*
7. Buatlah tabel data untuk mencatat dan mengorganisasi hasil pengukuranmu!

Analisis

1. Deskripsikan apa yang terjadi pada arteri lenganmu selama kegiatan ini!
2. Saat kamu mendengar denyut temanmu, apa yang terjadi pada permukaan cairan atau jarum pada skala saat kamu pertama kali mendengar denyut jantung dan kemudian saat denyut ini berhenti?

Simpulan dan Penerapan

1. Bandingkan bagaimana tekanan darahmu dengan tekanan darah temanmu!
2. Apa yang dapat kamu simpulkan tentang orang yang mempunyai tekanan darah rendah?

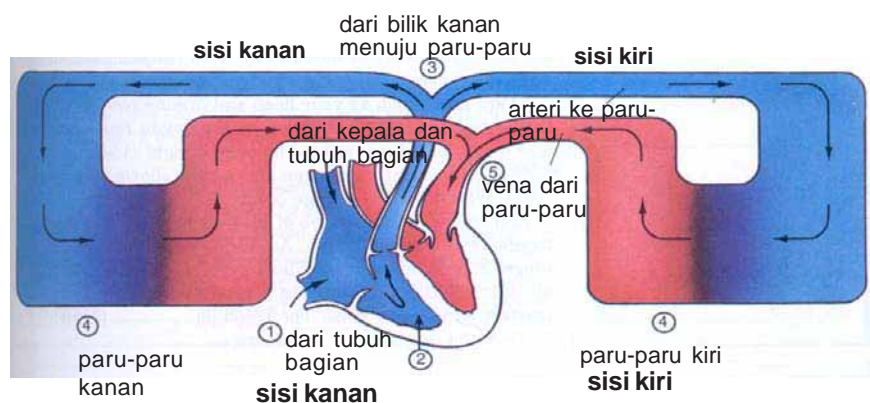
Diskusi

Diskusikan dengan teman kerjamu kesulitan yang kamu temui saat melakukan kegiatan ini dan bagaimana cara mengatasinya! Apabila ada waktu, perbaiki langkah kerjamu berdasarkan hasil diskusi!

Macam Peredaran Darah

Darah dari jantung menyebar ke tubuh melalui tiga jalur utama, yaitu jalur sirkulasi pulmonalis, sistemik, dan koronaria.

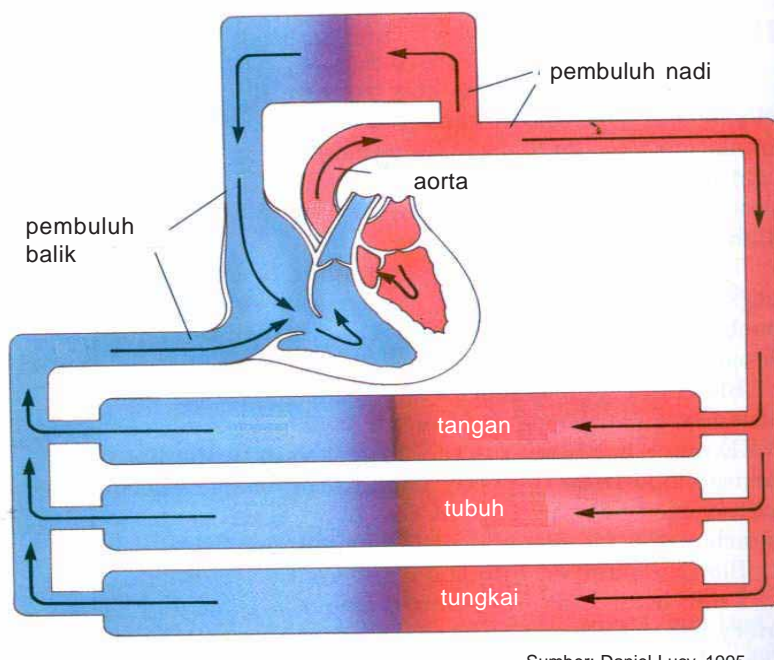
Sirkulasi pulmonalis (peredaran darah kecil)

Sirkulasi pulmonalis adalah aliran darah melalui jantung, paru-paru, dan kembali ke jantung. Darah dari sel-sel tubuh yang mengandung banyak karbondioksida masuk ke serambi kanan jantung melalui pembuluh balik besar yang disebut vena cava. Ketika serambi kanan berkontraksi, darah ini didorong ke bilik kanan. Bilik kanan kemudian berkontraksi, dan darah meninggalkan jantung melalui pembuluh nadi yang disebut arteri pulmonalis ke paru-paru. Saat darah melalui pembuluh darah di dalam paru-paru, karbondioksida ditukar dengan oksigen. Darah kaya oksigen kembali ke jantung melalui pembuluh balik, yang disebut vena pulmonalis, masuk ke serambi kiri. Vena pulmonalis adalah satu-satunya pembuluh balik di dalam tubuh yang membawa darah kaya oksigen. Saat serambi kiri penuh darah kaya oksigen, serambi kiri berkontraksi dan mendorong darah ke dalam bilik kiri. Tahap akhir dari jalur ini adalah saat bilik kiri berkontraksi dan mendorong darah naik dan keluar jantung ke dalam pembuluh nadi terbesar tubuh, yaitu aorta. Aorta membawa darah keluar dari jantung ke banyak percabangan pembuluh nadi yang menyebarkannya ke seluruh bagian-bagian tubuh. **Gambar 4.16** memper-lihatkan jalur darah melalui jantung, paru-paru, dan kembali ke jantung lagi.

Gambar 4.16
Arah alian darah dalam sirkulasi pulmonalis.

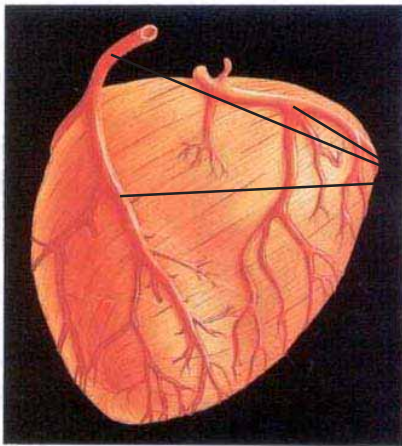
Sumber: Daniel Lucy, 1995

Sirkulasi sistemik (peredaran darah besar)

Sirkulasi sistemik mengalirkan darah ke seluruh jaringan tubuh kecuali jantung dan paru-paru. Jalur ini merupakan jalur terpanjang di antara jalur lain. Sirkulasi sistemik membawa darah kaya oksigen dari bilik kiri melalui aorta ke pembuluh nadi dan kapiler di seluruh organ dan jaringan tubuh. Nutrien (zat makanan) dan oksigen ditukar dengan karbondioksida dan zat-zat sampah di dalam kapiler. Darah kembali ke jantung di dalam pembuluh balik dari kepala dan leher melalui pembuluh balik besar, disebut vena cava superior. Darah kembali ke jantung dari daerah perut dan bagian yang lebih rendah tubuh melalui pembuluh nadi besar, disebut vena cava inferior ke serambi kanan. Kemudian, darah miskin oksigen dikirim ke paru-paru melalui jalur sirkulasi pulmonalis. Skema sirkulasi sistemik disajikan pada **Gambar 4.17**

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.17
Arah aliran darah dalam sirkulasi sistemik.

Sumber: Daniel Lucy, 1995

Gambar 4.18
Pembuluh darah jantung

Sirkulasi koronaria

Sirkulasi koronaria adalah aliran darah ke jaringan jantung. Jantungmu mempunyai pembuluh darahnya sendiri untuk memasok nutrien dan oksigen dan mengelu-arkan zat-zat sampah. Pembuluh-pembuluh darah ini adalah pembu-luh nadi dan pembuluh balik koronaria. Lihat **Gambar 4.18!**

Cobalah jelaskan aliran darah dalam sirkulasi pulmonalis, sirkulasi sistemik, dan sirkulasi koronaria dengan kalimatmu sendiri! Sudah sesuaikan penjelasanmu dengan uraian di atas?

Beberapa Kelainan/Gangguan pada Sistem Peredaran Darah.

Luka bisa menyebabkan kehilangan darah yang parah. Trombosit menyebabkan darah membeku, menutup luka kecil, tetapi luka besar perlu dirawat dengan segera untuk mencegah terjadinya kekurangan darah. Kerusakan pada organ dalam bisa menyebabkan luka dalam yang parah atau *hemorrhage*.

Hemofilia merupakan kelainan genetik yang menyebabkan kegagalan fungsi dalam pembekuan darah seseorang. Akibatnya, luka kecil dapat membahayakan nyawa.

Leukemia merupakan kanker pada jaringan tubuh pembentuk sel darah putih. Penyakit ini terjadi akibat kesalahan pada pembelahan sel darah putih yang mengakibatkan jumlah sel darah putih meningkat dan kemudian memakan sel darah putih yang normal.

Pendarahan hebat, baik karena kecelakaan atau bukan (seperti pada operasi), dan juga penyakit darah seperti ane-mia dan thalassemia, yang memerlukan transfusi darah. Beberapa negara mempunyai bank darah untuk memenuhi permintaan untuk transfusi darah. Penerima darah perlu mempunyai jenis darah yang sama dengan penyumbang.

Darah juga merupakan salah satu "vektor" dalam penularan penyakit. Salah satu contoh penyakit yang dapat ditularkan melalui darah adalah AIDS. Darah yang mengandung virus HIV dari makhluk hidup yang HIV positif dapat menular pada makhluk hidup lain melalui sentuhan antara darah dengan darah, sperma, atau cairan tubuh makhluk hidup tersebut. Oleh karena penularan penyakit dapat terjadi melalui darah, objek yang mengandung darah dianggap sebagai *biohazard* atau ancaman biologis.

Intisari Subbab

1. Jelaskan pengertian peredaran darah!
2. Tuliskan organ-organ sistem peredaran darah!
3. Jelaskan beberapa istilah berikut!
   a. jantung
   b. vena
   c. arteri
   d. plasma
   e. ventrikel
4. Jelaskan sistem peredaran darah kecil dan sistem peredaran darah besar!

Bina Keterampilan

Membandingkan

Lakukan lagi Kegiatan 4.2, akan tetapi lakukan aktivitas seperti berjalan, menaiki tangga, berlari, dan lain-lain sebelum tekanan darah diukur. Apakah jenis aktivitas berpengaruh terhadap tekanan darah?

Rangkuman

Sistem Pernapasan dan Peredaran Darah pada Manusia dan Hubungannya dengan Kesehatan

1. Pernapasan hewan dan manusia memerlukan alat-alat pernapasan yang membantu proses keluar masuknya gas dari dan ke dalam tubuh.
2. Sistem pernapasan manusia tersusun atas bagian-bagian : hidung, tenggorokan, bronkhus, bronkhiolus yang berakhir di alveolus.
3. Proses respirasi meliputi pengambilan oksigen dan penggunaan untuk oksidasi sari-sari makanan, sehingga dihasilkan energi. Gas karbon dioksida dan uap air dikeluarkan sebagai bahan-bahan sisa oksidasi.
4. Mekanisme keluar masuknya udara ke dan dari tubuh, dilakukan melalui dua cara, yaitu melalui pernapasan perut dan pernapasan dada.
5. Volume udara yang dikeluarkan atau dimasukkan dapat diukur dengan menggunakan balon udara yang ditiup.
6. Sistem peredaran darah tersusun atas darah, jantung, dan pembuluh darah.
7. Darah merupakan cairan yang tersusun atas bagian cair berupa plasma dan bagian padat yang tersusun atas sel-sel darah merah, sel-sel darah putih, dan keping darah.
8. Darah berfungsi membantu memasok bahan-bahan yang diperlukan sel-sel tubuh dan mengalirkan sisa-sisa metabolisme tubuh.
9. Jantung berfungsi untuk memompa darah. Pembuluh darah berfungsi mengalirkan darah dan jantung ke seluruh tubuh dan sebaliknya.
10. Kelainan dan penyakit pada sistem peredaran darah bisa terjadi pada darah, jantung, maupun pembuluh darah.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan tiap-tiap daftar Kata-kata Kunci IPA dengan ungkapan yang benar di samping.

a. atrium
b. klep
c. aorta
d. leukosit
e. pernapasan dada
f. asma
g. hemoglobin
h. plasma

1. Bagian cair darah
2. Sel darah yang bertugas membunuh virus, bakteri, dan kuman.
3. Pembuluh arteri besar
4. Penyempitan saluran pernapasan akibat alergi
5. Alat di dalam vena yang menyebabkan darah tidak mengalir balik.
6. Bagian atas jantung yang menerima darah baik dari paru-paru maupun seluruh tubuh.
7. Masuknya udara pernapasan lantaran berkembangnya volume rongga dada akibat aktivitas otot-otot rusuk.

Pengecekan Konsep

1. Bagian terbesar penyusun darah adalah ...
   a. Sel darah merah
   b. Sel darah putih
   c. Keping darah
   d. Plasma darah
2. Oksigen dalam darah akan diangkut oleh ...
   a. Hemoglobin
   b. Plasma
   c. Keping darah
   d. Sel darah putih
3. Proses pembekuan darah sangat dibantu oleh adanya ...
   a. Sel darah merah
   b. Sel darah putih
   c. Keping darah
   d. Hemoglobin
4. Urutan sistem peredaran darah kecil adalah ...
   a. Jantung ke paruparu ke jantung
   b. Jantung ke seluruh tubuh ke jantung
   c. Jantung ke seluruh tubuh ke paru-paru
   d. Paru-paru ke jantung ke paru-paru
5. Bagian jantung yang berisi darah yang kaya oksigen adalah ...
   a. Atrium kanan
   b. Atrium kiri
   c. Ventrikel kanan
   d. Ventrikel kiri
6. Manakah pernyataan yang benar?
   a. Klep antara serambi kiri dengan serambi kanan disebut valvula bikspidalis.
   b. Klep antara serambi kanan dan bilik kakan disebut valvula trikuspidalis
   c. Klep antara ventrikel kiri dengan kanan disebut valvula trikuspidalis
   d. Klep antara bilik kiri dengan bilik kanan disebut valvula semilunaris
7. Vena mempunya sifat ...
   a. Mengalirkan darah ke seluruh tubuh
   b. Lebih sedikit otot bila dibanding arteri
   c. Bentuknya agak pipih dibanding arteri
   d. Berdinding tebal
8. Penyakit darah sukar membeku disebut ...
   a. Anemia
   b. Haemofilia
   c. Varises
   d. Trombositopenia
9. Penimbunan lemak pada pembuluh darah disebut ...
   a. atherosklerosis
   b. arterio sklerosis
   c. varises
   d. stroke
10. Memasukkan udara ke dalam saluran pernapasan disebut ..
    a. Inspirasi
    b. Ekspirasi
    c. Respirasi
    d. Oksidasi
11. Pernapasan dibantu dengan kontraksi otot-otot diafragma disebut ...
    a. Pernapasan perut
    b. Pernapasan dada
    c. Pernapasan diafragma
    d. Pernapasan otot.

Pemahaman Konsep

12. Apa fungsi sistem pernapasan manusia?
13. Apa beda antara pernapasan dada dengan pernapasan perut?
14. Mengapa sebaiknya kamu tidak merokok?
15. Apa fungsi sistem peredaran darah manusia.

Berpikir Kritis

16. Penderita hipertensi mempunyai tekanan darah di atas rata-rata. Dokter menyarankan agar ia menghindari makanan berlemak. Apa hubungan antara makanan berlemak dengan hipertensi?

Penilaian Kerja

Menemukan ide pokok: Buatlah daftar nomor halaman yang memuat ide-ide pokok berikut. Selanjutnya jelaskan tiap-tiap ide pokok tersebut.

1. Alat-alat sistem pernapasan.
2. Beda pernapasan dada dengan pernapasan perut.
3. Sebelum masuk ke paru-paru, udara disaring dan dihangatkan di rongga hidung.
4. Asma adalah salah satu kelainan sistem pernapasan akibat alergi.
5. Fungsi sel darah merah
6. Fungsi sel darah putih
7. Proses penutupan luka.
8. Peredaran darah besar

BAB 5

Sistem Kehidupan Tumbuhan

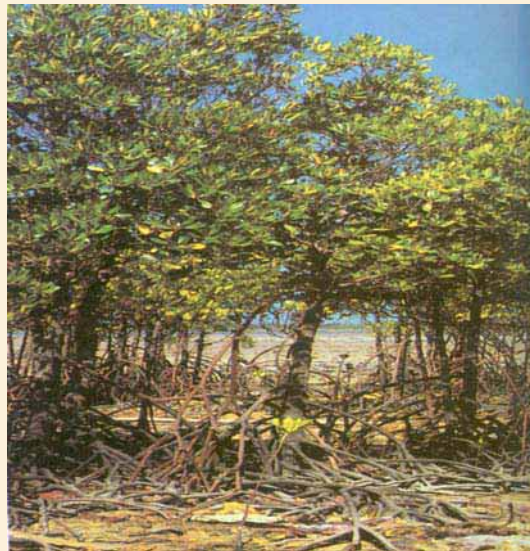
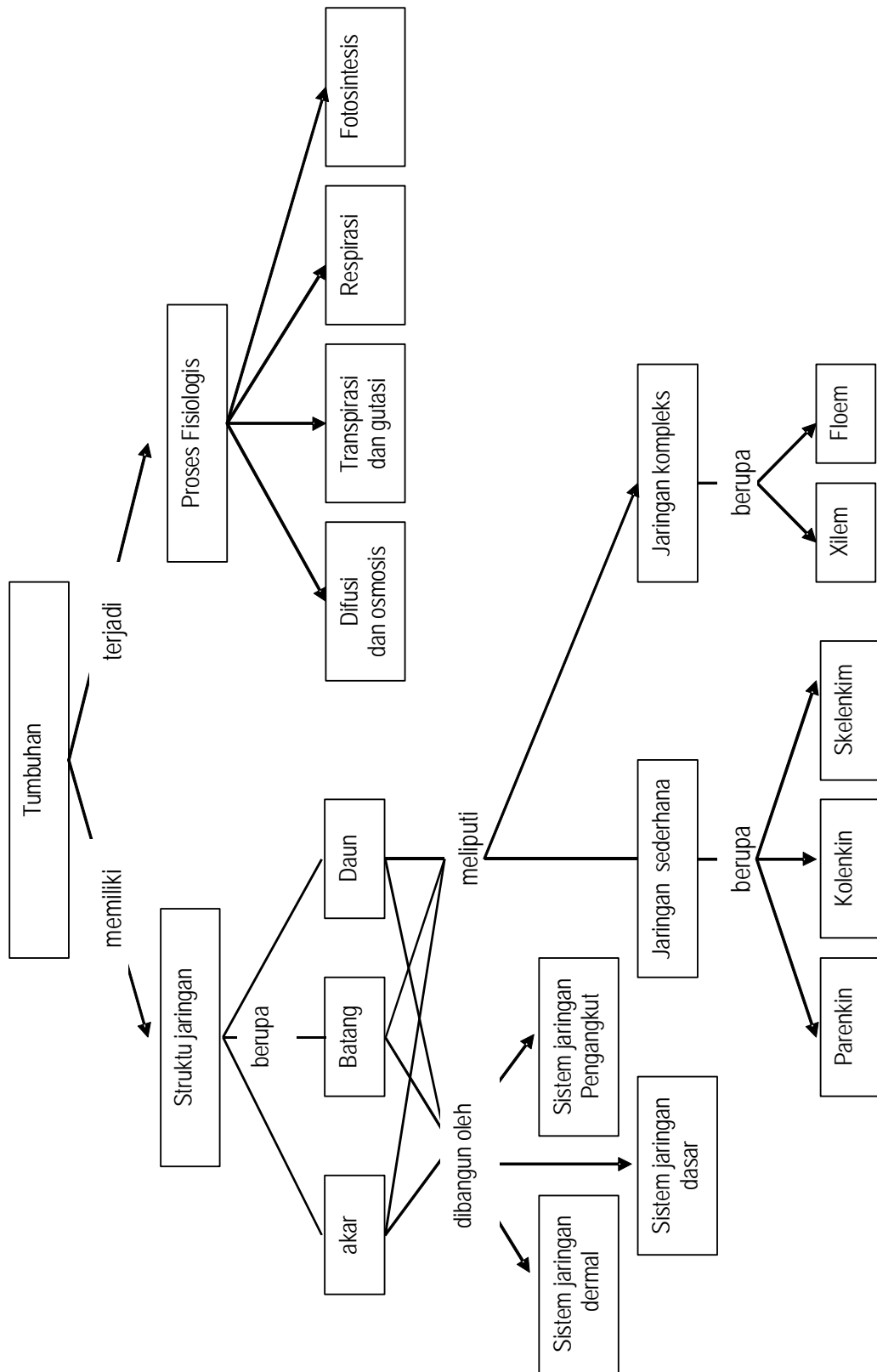
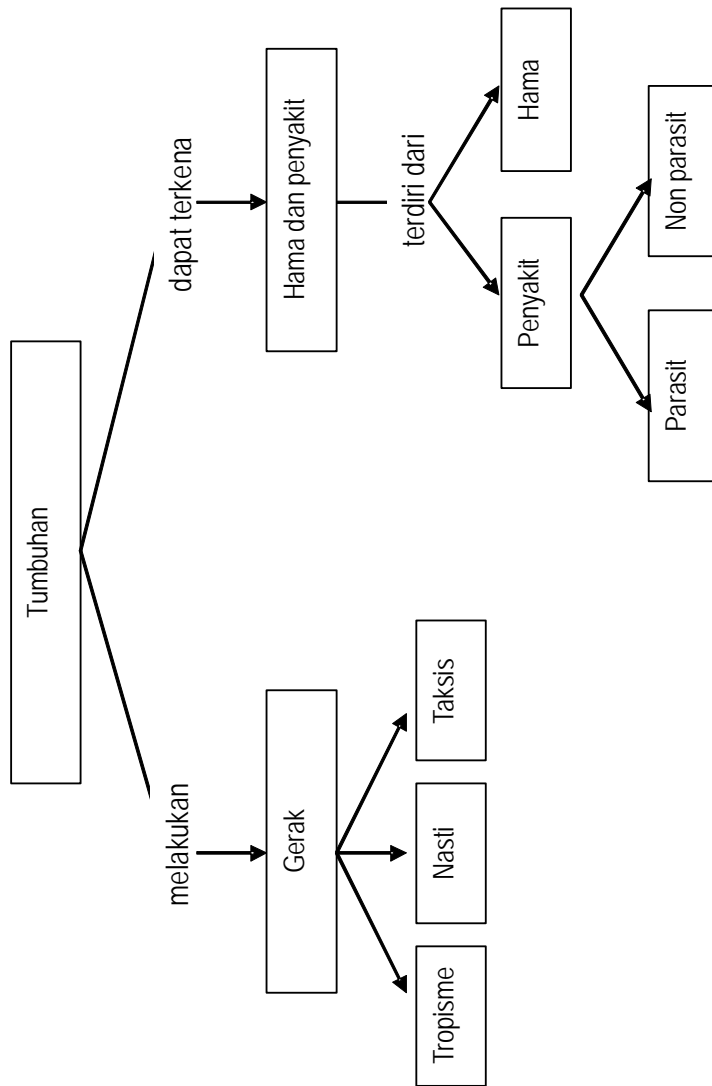
A. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

B. Proses Fisiologis pada Tumbuhan

C. Gerak Tumbuhan

D. Penyakit dan Hama Tumbuhan

Peta Konsep

Peta Konsep Sistem Kehidupan Tumbuhan
Tumbuhan
memiliki
terjadi
Struktu jaringan
Proses Fisiologis
berupa
akar
Batang
Daun
Difusi dan osmosis
Transpirasi dan gutasi
Respirasi
Fotosintesis
dibangun oleh
meliputi
Sistem jaringan dermal
Sistem jaringan Pengangkut
Sistem jaringan dasar
Jaringan sederhana
Jaringan kompleks
berupa
berupa
Parenkin
Kolenkin
Skelenkim
Xilem
Floem

Peta Konsep Sistem Kehidupan Tumbuhan

Sistem Kehidupan Tumbuhan

Kamu tentunya sudah tidak asing dengan tumbuhan karena kamu dapat menemukannya dengan mudah di sekeliling kamu. Tumbuhan memegang peranan penting dalam kehidupan makhluk hidup di muka bumi ini, karena tumbuhan mampu menjalankan fungsi yang tidak dimiliki oleh makhluk hidup lainnya, misalnya melakukan fotosintesis. Selain itu, tumbuhan juga menjalankan berbagai fungsi lain agar dapat menopang kehidupannya sebagai makhluk hidup. Dalam bab ini kamu akan mempelajari tentang berbagai proses yang terjadi di dalam sistem kehidupan kehidupan suatu tumbuhan. Untuk memahami hal tersebut dengan baik, pertama kali lakukanlah **kegiatan penyelidikan** di bawah ini.

Kegiatan Penyelidikan

Dapatkah kamu mengamati pengangkutan air pada tumbuhan berpembuluh?

Prosedur

1. Isilah botol yang telah kamu siapkan dengan air lebih kurang 3/4 tinggi botol. Tambahkan 25 tetes pewarna makanan yang berwarna biru atau merah. Pewarna makanan secara perlahan akan menyebar dalam air. Menurutmu, peristiwa apakah yang terjadi tersebut dan bagaimana arah penyebarannya?
2. Gunakanlah pisau untuk memotong kira-kira 1/4 bagian dari pangkal batang bawang prei. Perhatian: Berhati-hatilah saat bekerja dengan pisau, dan pastikan bahwa daun bawang prei tidak terpotong!
3. Letakkan batang bawang prei ke dalam botol berisi air berwarna. Diamkan selama 48 jam. Setelah itu angkatlah batang bawang prei tersebut. Gunakan pisau untuk membelah batang bawang prei dari pangkal sampai kira-kira mencapai 2/3 panjang batang.

Jurnal IPA

Amatilah bagian dalam batang yang telah dibelah tersebut. Apa yang kamu lihat? Tuliskan hasil pengamatan kamu serta paparkan mengapa hal tersebut terjadi dalam Jurnal IPA-mu.

Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

Apakah kamu mempunyai tanaman hias ataupun tanaman lain di rumah atau di sekolah? Coba perhatikan dengan seksama semua jenis tanaman tersebut. Ternyata, pada dasarnya semua jenis tanaman yang ada di sekitarmu dibangun atas tiga organ dasar yang sama, yaitu akar, batang dan daun. Pernahkah juga terpikir olehmu apa fungsi dari masing-masing organ tanaman tersebut?

Kamu juga tahu bahwa tumbuhan memerlukan air. Air beserta unsur hara (mineral) yang terlarut di dalamnya diserap oleh akar tumbuhan dari dalam tanah. Bagaimana hasil kegiatan penyelidikan yang sudah kamu lakukan? Apa yang menyebabkan batang tanaman bawang prei berwarna? Dapatkah kamu menggunakan hasil kegiatan penyelidikan tersebut untuk menjawab bagaimana tumbuhan yang tinggi dapat mengangkut air yang ada di dalam tanah menuju daun yang letaknya bahkan kadangkala berjarak lebih dari 10 m dari akar? Kamu dapat berdiskusi tentang hal ini bersama temanmu.

Ternyata air dan mineral dapat disalurkan ke tubuh tumbuhan dari dalam tanah karena tumbuhan memiliki struktur jaringan yang khusus. Sedangkan tumbuhan menggunakan air dan mineral terlarut dari tanah untuk membantu proses penyusunan makanan yang terjadi di daun. Dapatkah kamu melihat bagian-bagian organ tubuh tumbuhan lebih detil? Termasuk pernahkah kamu menduga bagaimana struktur jaringan penyusunnya? Pada bagian ini kamu akan belajar hal tersebut.

Kata-kata IPA

Organ
Epidermis
Xilem
Floem
Sponsa
Palisade
Akar
Batang
Daun
Sistem jaringan dermal
Sistem jaringan dasar
Sistem jaringan pengangkut
Parenkim
Kolenkim
Sklerenkim
Stoma
Lentisel
Sel penutup
Meristem
Kambium
Herba

Akar

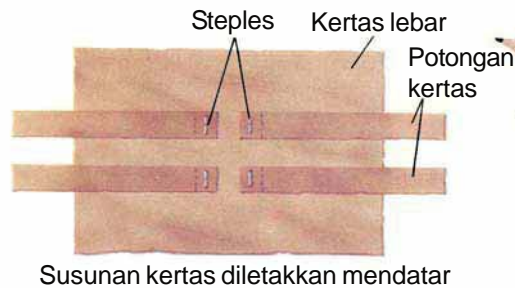
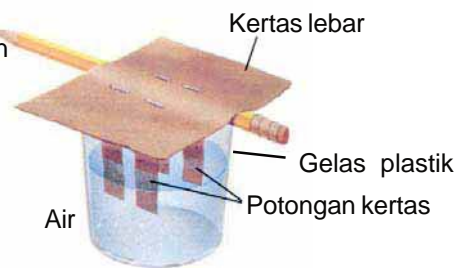
Kamu akan mempelajari sel dan jaringan akar wortel. Sekarang ambillah akar wortel, dan sayatlah melintang seperti pada **Gambar 5.1.** Pada akar yang kamu amati apakah terdapat rambut-rambut akar? Bila ada, di bagian mana dari akar wortel terdapat rambut akar? Dari sayatan yang kamu buat, bila mungkin, temukanlah bagian-bagian seperti yang ditunjukkan dalam **Gambar 5.1.** Gambarlah di buku catatanmu, dan berilah nama bagian-bagiannya.

Kamu telah melihat berapa banyak rambut akar pada akar wortel yang muda. Semakin banyak rambut akar yang dimiliki, semakin luas daerah permukaan epidermis akar yang dapat bersentuhan dengan tanah. Luasnya daerah permukaan berakibat pada semakin banyaknya air dan mineral dari tanah yang diserap oleh akar. Untuk melihat hal tersebut, lakukanlah **Kegiatan 5. 1.**

Sumber: Moyer et al, 2000

Gambar 5.1
Wortel yang merupakan akar primer adalah bagian pertama akar yang tumbuh dari biji ke dalam tanah.

Mengapa terdapat banyak rambut akar?

Untuk membantu menjawab pertanyaan tersebut, kamu dapat membuat model akar.

Gambar 5.2.
Prosedur kegiatan 5.1

Apa yang kamu perlukan ?

Gunting, penggaris berskala, potongan kertas tissue yang agak tebal (10x10 cm 1 lembar, 1x12 cm 4 lembar), stapler, gelas plastik, air, pensil, lembar kegiatan siswa.

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Aturlah keempat potong kertas tissue di atas sehelai kertas tissue yang lebih besar seperti ditunjukkan pada Gambar a!
2. Jepitlah dengan staples keempat potong kertas tissue kecil pada kertas tissue yang besar! Isilah gelas plastik dengan air kira-kira setinggi 3 cm!
3. Letakkan pensil melintang di atas gelas plastik dan letakkan kertas tissue yang besar di atas gelas plastik dengan menggunakan pensil sebagai penahan! Aturlah agar letak ke empat kertas tissue kecil tersebut menggantung ke bawah ke arah air! Kertas tissue tersebut merupakan model akar.
4. Amatilah model akar ini selama 20 menit! Angkatlah model akar dari gelas plastik!

Pertanyaan

Jawablah pertanyaan pada buku catatanmu.

1. Apakah kertas tissue yang besar menyerap air? Dari mana datangnya air tersebut?
2. Bagian mana dari akar yang diwakili oleh potongan kertas-kertas tissue kecil?
3. Bagian mana dari akar yang diwakili oleh potongan kertas tissue yang besar?
4. Mengapa banyaknya rambut akar sangat penting bagi akar?
5. Apa yang akan terjadi bila seluruh rambut akar rusak?
6. Rancanglah suatu eksperimen yang menggunakan model tersebut untuk mengetahui pentingnya keberadaan rambut akar dalam jumlah banyak!

Setelah kamu melakukan **Kegiatan 5.1**, cobalah terapkan hasil yang kamu peroleh dari kegiatan tersebut untuk memikirkan kegunaan akar seperti yang ada pada **Jurnal IPA**.

Apa Manfaat Akar ?

Seperti yang telah kamu pelajari, beberapa tumbuhan menyimpan makanan di dalam akarnya. Beberapa makanan yang kamu makan, secara khusus adalah akar tumbuhan, seperti halnya wortel, singkong, dan lobak.

Sangatlah penting bagi kita makan makanan bergizi seimbang, yang mengandung vitamin dan mineral. Pelajarilah kandungan vitamin dan mineral pada akar wortel berikut (Angka dalam Satuan Internasional) :

Vitamin

A	:	20250.000
B6	:	0.106
B12	:	0.000
C	:	6.700
D	:	-
E	:	0.472

Mineral

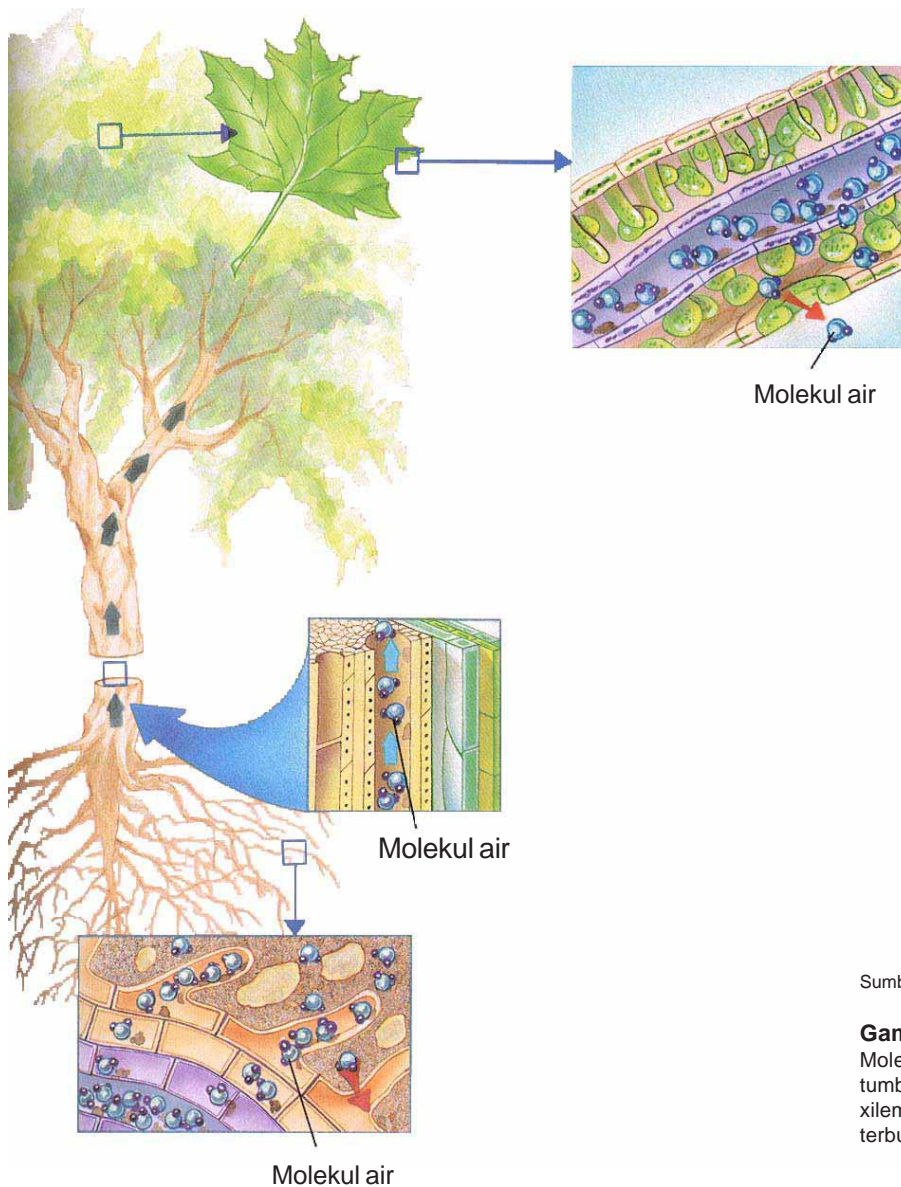
Kalsium	:	19.000
Magnesium	:	11.000
Kalium	:	233.000
Natrium	:	25.000

Sumber: Moyer et al, 2000

Pikirkanlah!
Pernahkah kamu memindah tanaman dari satu pot ke pot lain, atau dari pot ke tanah? Mengapa pemindahan tanaman beserta akarnya harus dilakukan dengan perlahan dan hati-hati?

Batang

Mengapa batang penting untuk tumbuhan? Batang memberi dukungan pada daun. Batang juga memberi jalan untuk pergerakan air dari akar ke daun dan pergerakan makanan hasil fotosintesis dari daun ke bagian lain tumbuhan.

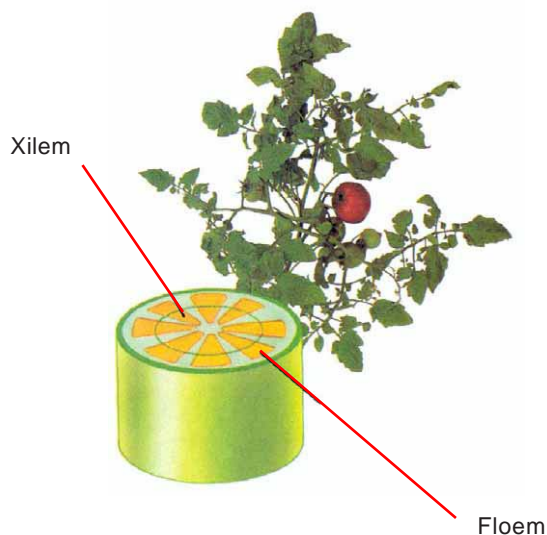
Batang mempunyai macam jaringan yang sama dengan akar. Xilem yang ada di akar bersambungan dengan xilem batang, dan xylem daun. Floem juga bersinambungan ke semua bagian tubuh tumbuhan. Xilem dan floem adalah jaringan pengangkut yang salurannya terpisah. Xilem berfungsi mengangkut air dan mineral dari akar ke daun, sedangkan floem mengedarkan makanan hasil fotosintesis dari daun ke seluruh bagian tubuh tumbuhan. Jaringan xilem dan floem pada batang tersebut terletak di bagian dalam dan dilindungi oleh epidermis di bagian paling luar batang. Batas antara xilem dan floem adalah kambium. Kambium ini adalah jaringan meristem yang memiliki kemampuan membelah untuk membentuk xilem dan floem.

Sumber: Moyer et al, 2000

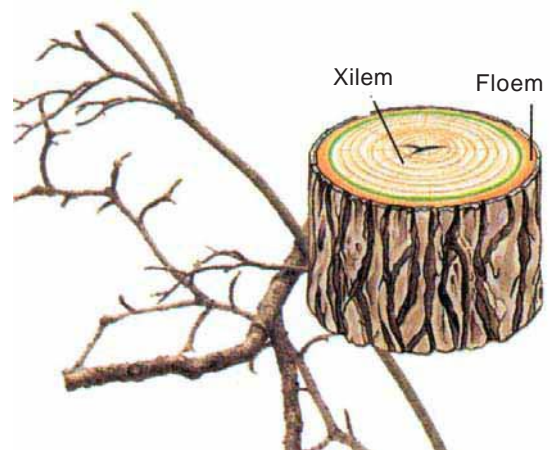
Gambar 5.3
Molekul Air masuk ke dalam akar tumbuhan, bergerak ke atas menembus xilem, dan keluar melalui stomata yang terbuka dalam bentuk gas.

Air dan mineral dari dalam tanah dapat sampai ke daun melalui beberapa proses. Ketika rambut akar menyerap air dari dalam tanah, cairan sel pada rambut akar menjadi lebih encer dari pada cairan sel yang terletak di sebelah dalam akar. Oleh karena sel bagian dalam lebih pekat, maka sel bagian dalam akan menyerap air dari rambut akar. Dengan cara ini maka air akan bergerak dari sel ke sel hingga sampai pada xilem. Pergerakan air tersebut menimbulkan suatu gaya yang disebut gaya tekan akar. Untuk membuktikan adanya gaya tekan akar ini, lakukanlah kegiatan pada **Lab Mini 5.1.**

Setelah air dan mineral sampai di xilem, pergerakan air dan mineral ke bagian lain terjadi secara kapilaritas. Hal ini terjadi karena xilem merupakan pembuluh sangat halus atau

berupa pipa-pipa kapiler. Pergerakan air dalam xilem juga dipengaruhi oleh daya isap daun yang timbul karena ada penguapan air di daun **(Gambar 5.2).** Untuk memahami bagaimana air diangkut melalui batang, lakukanlah **Kegiatan 5.2.**

Terdapat dua macam batang tumbuhan, yaitu batang tumbuhan herba dan batang tumbuhan berkayu. Batang tumbuhan herba lunak dan berwarna hijau **(Gambar 5.4).** Batang ini dijumpai misalnya pada tanaman tomat, cabe, terung dan lain-lain. Xilem dan floem batang herba tersusun dalam berkas-berkas. Batang tumbuhan berkayu tampak padat dan keras. Batang berkayu dijumpai pada tumbuhan yang berperawakan pohon. Pohon memiliki banyak jaringan xilem. Jaringan silem berkembang menjadi kayu dari pohon. Xilem dan floem pada batang berkayu tersusun dalam dua cincin melingkar yang terpisah. Jaringan di luar kayu disebut kulit kayu **(Gambar 5.5).**

Sumber: Moyer et al, 2000

Gambar 5.4
Xilem dan Floem tumbuhan herba tersusun dalam berkas.

Sumber: Moyer et al, 2000

Gambar 5.5
Xilem dan floem batang berkayu tersusun dalam 2 lingkaran yang terpisah. Lingkaran dalam adalah Xilem, dan floem terletak di lingkaran luar.

Beberapa tumbuhan darat dapat tumbuh tinggi sebab air dan mineral terlarut, serta bahan-bahan makanan dapat bergerak melewati jarak yang jauh melalui pembuluh xilem dan floem. Ternyata, selain berfungsi sebagai alat pengangkutan, batang juga berfungsi untuk alat penyimpan dalam bentuk tepung. Cobalah berdiskusi dengan temanmu, untuk menemukan jawaban batang tanaman apa yang dapat berfungsi sebagai alat penyimpan?

Bagaimana air diangkut melalui batang?

Apa yang kamu perlukan ?

- Tumbuhan pacar air (Impatient platypetala)
- Larutan eosin atau larutan pewarna makanan
- Gelas plastik
- Pisau
- Air

Apa yang harus kamu lakukan ?

1. Cabutlah secara hati hari dua buah tanaman pacar air yang ukurannya kira-kira sama besar, dan segeralah rendam dalam air!
2. Buanglah semua daun pada satu tumbuhan pacar air, sedangkan daun tumbuhan yang lain tetap dibiarkan!
3. Potonglah pangkal kedua tumbuhan pacar air tersebut di dalam air sehingga membentuk irisan miring!
4. Rendam kedua tumbuhan tersebut pada larutan eosin atau larutan berwarna secara bersamaan!
5. Biarkan selama 30 menit, kemudian amati apa yang terjadi pada kedua tumbuhan tersebut! Mengapa terjadi demikian?
6. Pada akhir pengamatan, potonglah secara melintang batang kedua tumbuhan yang telah direndam tersebut!

Apa yang terjadi ?

1. Amatilah adanya titik-titik merah pada kedua batang tumbuhan tersebut! Mengapa hal ini bisa terjadi?
2. Adakah perbedaan hasil di antara kedua tumbuhan tersebut? Apa yang menyebabkan perbedaan tersebut?

Lab Mini 5.1

Adakah gaya tekan akar ?

Air dan mineral dapat naik dari akar menuju daun dan pucuk tumbuhan karena adanya gaya tekan akar.

Siapkanlah sebuah pot berisi tumbuhan pacar air! Potonglah seluruh batang tumbuhan tersebut sampai tersisa kira-kira sepertiga tinggi tumbuhan! Biarkan batang yang telah dipotong tersebut tertancap dalam pot dengan akar-akarnya! Pada bagian atas potongan batang, masukkanlah pipa plastik transparan sepanjang 15 cm. Usahakan diameter plastik transparan sama dengan diameter batang. Siramlah pot tersebut dengan air! Simpanlah pot tersebut untuk diamati setelah 12 dan 24 jam!

Kesimpulan

Dari manakah datangnya air dalam pipa karet transparan tersebut?

Daun

Amati daun tanaman yang ada di sekitarmu! Berwarna apakah daun tanaman tersebut? Umumnya tanaman memiliki daun yang berwarna hijau, meskipun ada juga yang memiliki warna lain misalnya putih, merah, kuning bahkan ada yang berwarna campuran dengan bentuk daun yang juga berbeda-beda pula.

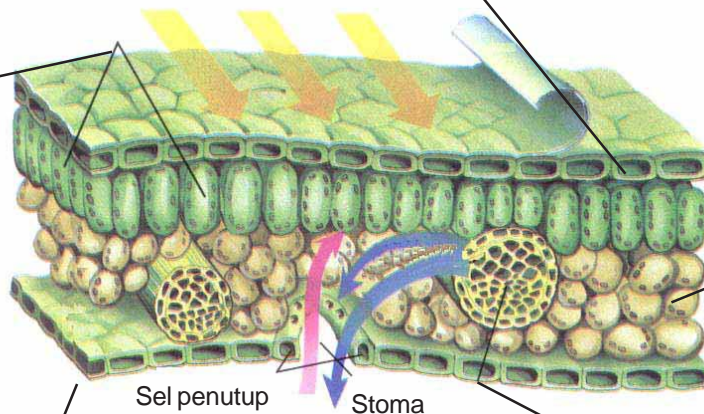
Umumnya daun berwarna hijau berbentuk pipih dan lebar. Bagian yang tipis melebar disebut lembaran daun. Pada lembaran daun terdapat tulang-tulang daun. Tulang daun yang paling besar biasanya berada di tengah dan merupakan kepanjangan dari tangkai daun. Tulang daun ini bercabang-cabang dengan susunan misalnya menyirip di kiri kanan tulang daun. Percabangan tulang daun juga akan bercabang-cabang sehingga bentuknya sambung-menyambung seperti jala. Ternyata lembaran daun berfungsi untuk membuat atau memasak makanan. Tangkai daun berfungsi menghubungkan lembaran daun dengan batang. Untuk mempelajari daun lebih detil, pelajarilah **Gambar 5.6** untuk mengetahui jaringan apa saja yang terdapat pada daun.

Pada umumnya daun mempunyai lebih banyak stoma di epidermis bagian bawah dibandingkan pada epidermis bagian atas. Kata "stoma" berasal dari bahasa Yunani, yang berarti "mulut". Apakah stoma tampak seperti mulut? Stoma ini ternyata tidak hanya dimiliki oleh daun saja karena batang yang berwarna hijau juga memiliki stoma. Tiap stoma dikelilingi oleh dua sel yang disebut sel penutup. Ketika kamu telah mengerjakan **Kegiatan 5.4,** kamu akan memahami lebih baik bagaimana sel penutup berfungsi untuk mengatur keluar masuknya gas melalui daun. Selain itu pada bagian batang dan akar bisa dijumpai adanya pori-pori untuk pertukaran gas yang disebut lentisel. Umumnya lentisel terdapat pada batang **(Gambar 5.5).**

Epidermis berfungsi sebagai pelindung dan umumnya hanya terdiri dari selapis sel yang tipis. Sel-sel jaringan palisade ini banyak mengandung kloroplas yang berfungsi dalam proses pembuatan makanan. Ingatlah bahwa klorofil adalah pigmen berwarna hijau yang terdapat dalam kloroplas. Berkas pembuluh tersusun atas xilem dan floem menyusun urat-urat daun yang bercabang-cabang.

Lapisan sel di permukaan atas daun yang disebut **epidermis** atas, tersusun dari selapis tipis sel yang bentuknya seperti batu bata. Umumnya sel-sel itu tidak memiliki kloroplas. Pada beberapa daun terdapat lapisan lilin yang menutup epidermis; bahkan ada epidermis yang berkutikula. Kutikula dan lapisan lilin tersebut mencegah daun kehilangan terlalu banyak air.

Tepat di bagian atas epidermis bawah adalah lapisan sel-sel sponsa. Sel-sel sponsa ini lebih renggang susunannya dibandingkan sel-sel palisade dan juga mengandung kloroplas. Banyak rongga udara ada di antara sel-sel pada lapisan sponsa.

Tepat di bawah lapisan epidermis atas, terdapat lapisan **sel-sel palisade**. Sel-sel palisade ini mempunyai susunan rapat dan mengandung kloroplas.

Sel penutup

Stoma

Oksigen, karbondioksida dan uap air masuk/keluar lewat stoma

Berkas xilem dan floem dari **tulang daun** menembus lapisan sponsa. Air dari batang masuk ke daun melalui xilem pada tulang daun. Makanan dibuat di daun, dan dikeluarkan dari daun melalui floem pada tulang-tulang daun tersebut.

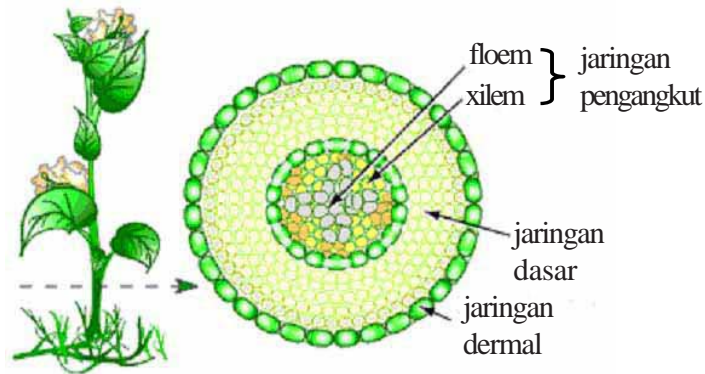
Permukaan bawah daun disebut **epidermis** bawah. Epidermis bawah biasanya mengandung sel-sel penutup yang mengelilingi celah yang disebut stoma. Karbondioksida berdifusi ke dalam daun melalui stoma yang membuka dan oksigen serta air berdifusi keluar daun melalui stoma yang membuka.

Sumber: Moyer et. al., 2000

Gambar 5.6
Gambar tiga dimensi daun yang menunjukkan bahwa daun tersusun dari bermacam-macam sel

Kita sudah mempelajari tiga jenis organ pada tumbuhan yang meliputi akar, batang dan daun. Sekarang kita akan mempelajari lebih detil sistim jaringan yang menyusun ketiga jenis organ tersebut. Organ tanaman (akar, batang dan daun) disusun oleh sistem jaringan yang sama yaitu jaringan dermal, jaringan dasar dan jaringan pengangkut **(Gambar 5.7).**

Sumber: www.scq.ubc.ca

Gambar 5.7
Jenis sistem jaringan pada tanaman yang terdiri atas jaringan dermal (epidermis), jaringan dasar dan jaringan pengangkut

Sistem jaringan dermal menutupi permukaan luar tanaman terutama jenis tanaman herba. Jaringan ini terdiri atas sekelompok sel yang mampu mengeluarkan sekret berupa lilin yang bertujuan untuk melindungi kehilangan terhadap air. Jaringan ini juga berfungsi sebagai pelindung tanaman dari pengaruh yang membahayakan seperti misalnya berbagai stress lingkungan seperti kekeringan, dingin, radiasi sinar ultraviolet sampai pada stress mekanik seperti bahaya dari patogen dan insekta yang dapat menyebabkan kerusakan tanaman. Perlindungan lainnya adalah berasal dari lapisan tipis kutikula yang ada di sekitar sel-sel epidermis. Selanjutnya yang termasuk dalam sistem jaringan ini adalah epidermis, stomata dan gabus.

Epidermis merupakan sel-sel yang terletak di bagian luar tanaman yang berfungsi melindungi tanaman dan mencegah terhadap kehilangan air. Stoma merupakan sel-sel epidermis yang mengalami modifikasi dan berfungsi mengatur keluar masuknya gas ke tubuh tanaman. Lapisan gabus merupakan lapisan sel-sel yang berfungsi melindungi batang berkayu.

Sistem jaringan dasar merupakan pembangun primer tubuh tanaman. Jaringan ini menempati daerah antara jaringan pelindung dan jaringan pengangkut. Namun demikian, sel-sel jaringan ini tidak hanya sekedar pengisi

antara kedua jaringan tersebut. Di akar, jaringan dasar ini kemungkinan digunakan sebagai penyimpan gula dan pati. Sementara di daun jaringan ini berfungsi sebagai tempat yang memungkinkan proses fotosintesis dapat terjadi, yaitu di bagian mesofil.

Berikutnya adalah sistem jaringan pengangkut yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Yang termasuk dalam sistem jaringan ini adalah xilem dan floem. Xilem ditemukan di bagian dalam dari jaringan pengangkut yang berfungsi untuk mengangkut air dan mineral terlarut dari akar ke daun. Sebaliknya, floem ditemukan mengelilingi xilem yang berfungsi mengangkut bahan makanan hasil proses fotosintesis dari daun ke seluruh tubuh tanaman.

Tentunya kamu masih ingat ketika kita membahas topik organisasi kehidupan di Kelas VII. Sistem jaringan dibangun oleh jaringan yang berbeda. Nah, kita sudah membahas tentang ketiga sistim jaringan yang membangun organ tanaman. Sekarang kita akan lanjutkan bahasan kita ke berbagai jenis jaringan yang ada pada tubuh tanaman.

Jaringan yang ada pada tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan sederhana dan jaringan kompleks. Jaringan sederhana adalah jaringan yang disusun oleh satu jenis sel, contohnya adalah jaringan parenkim, kolenkim dan sklerenkim. Sedangkan jaringan kompleks adalah jaringan yang disusun atas berbagai jenis sel, contohnya xilem dan floem.

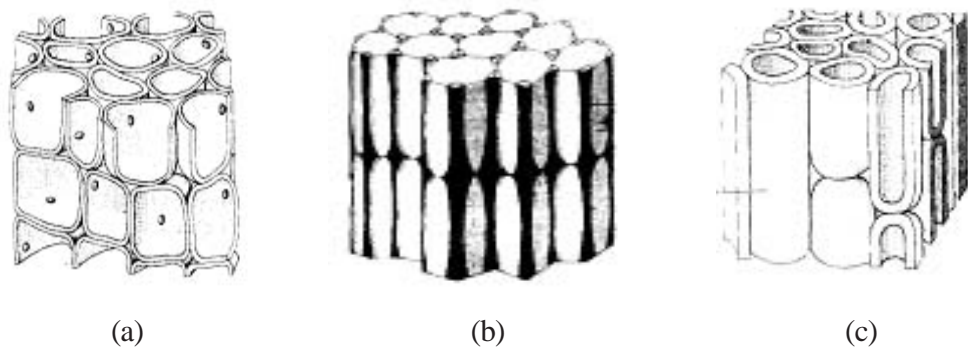
Sel-sel parenkim merupakan sel hidup yang bentuknya besar-besar. Sel-sel ini berdinding tipis yang biasanya memiliki vakuola tengah dan membangun hampir sebagian besar tubuh tumbuhan. Seringkali ruang antar selnya diisi oleh gas **(Gambar 5.8a).** Pada daun banyak ditemui di daerah mesofil daun baik pada sel tiang maupun sel palisade yang banyak mengandung kloroplas. Sel-sel ini juga berfungsi sebagai jaringan penyimpan seperti pada sel-sel kentang.

Sel-sel kolenkim berdingding tebal khususnya di sudut-sudut sel **(Gambar 5.8b).** Sel-sel ini memberikan tunjangan mekanis bagi tumbuhan. Umum dijumpai pada daerah-daerah tumbuhan yang tumbuh dengan cepat dan perlu diperkuat. Tahukah kamu bahwa ternyata tankai daun biasanya diperkuat dengan sel-sel kolenkim. Mengapa demikian?

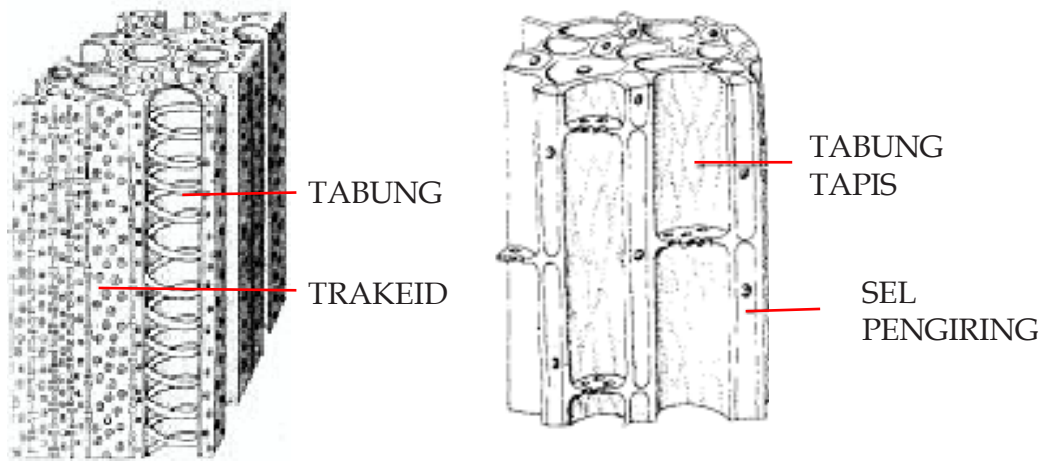
Sel-sel sklerenkim memiliki dinding sel sangat tebal yang bersifat merata mengelilingi sel **(Gambar 5.8c).** Sel-sel ini bisa bergabung dengan sel-sel jenis lainnya dan memberikan dukungan mekanik pada tanaman serta memberikan ciri berkayu pada tanaman. Protoplas sel-sel sklerenkim ini akan mati setelah penebalan dinding selnya sudah merata dan menyeluruh.. Sel-sel ini terdapat dalam batang dan juga bergabung dengan tulang daun. Ternyata kerasnya kulit luar biji-biji yang keras karena dibangun oleh sel-sel sklerenkim ini. Dapatkah kamu menemukan contoh-contoh biji yang memiliki kulit luar yang keras? Berdiskusilah dengan temanmu untuk menemukan jawabannya.

(a)

(b)

(c)

Sumber: Kimbal, 1989

Gambar 5.8
(a) Sel-sel parenkim,
(b) sel-sel kolenkim, dan
(c) sel-sel sklerenkim

Xilem merupakan jaringan kompleks yang terdiri atas beberapa tipe sel, yaitu pembuluh xilem dan trakeid xilem. Pembuluh xilem mempunyai dinding sel tebal. Penebalan dindingnya tidak dalam lapisan seragam tetapi biasanya menebal dalam pola berkas-berkas spiral dan membentuk tabung panjang **(Gambar 5. 9a).** Trakeid berbeda dengan pembuluh karena sel-selnya tidak mempunyai berkas spiral dan ujung-ujungnya meruncing. Floem juga merupakan jaringan kompleks. Sel-sel yang membangun diantaranya adalah tabung tapis. Diberi nama demikian karena dinding ujungnya berlubang-lubang dan pada saat dewasa sel-sel ini sudah tidak memiliki inti. Sel-sel pembangun floem lainnya adalah sel-sel tetangga yang masih memiliki inti. Sel-sel slerenkim juga ditemukan sebagai pembangun floem **(Gambar 5. 9b).** Masih ingatkah kamu apa fungsi pembuluh xilem dan floem ini?

Sumber: Kimball, 1989

Gambar 5.9
(a) Xilem dan (b) Floem

Intisari Subbab

1. Jelaskan apa fungsi rambut akar bagi tumbuhan!
2. Jelaskan mengapa batang penting bagi tumbuhan!
3. Jelaskan dengan menggunakan gambar yang menunjukkan letak ketiga sistem jaringan yang ada pada tubuh tanaman.
4. Apa perbedaan ciri dan fungsi dari jaringan parenkim, kolenkim dan sklerenkim.
5. Apa perbedaan batang tanaman herba dan batang tanaman berkayu.

B Proses Fisiologis pada Tumbuhan

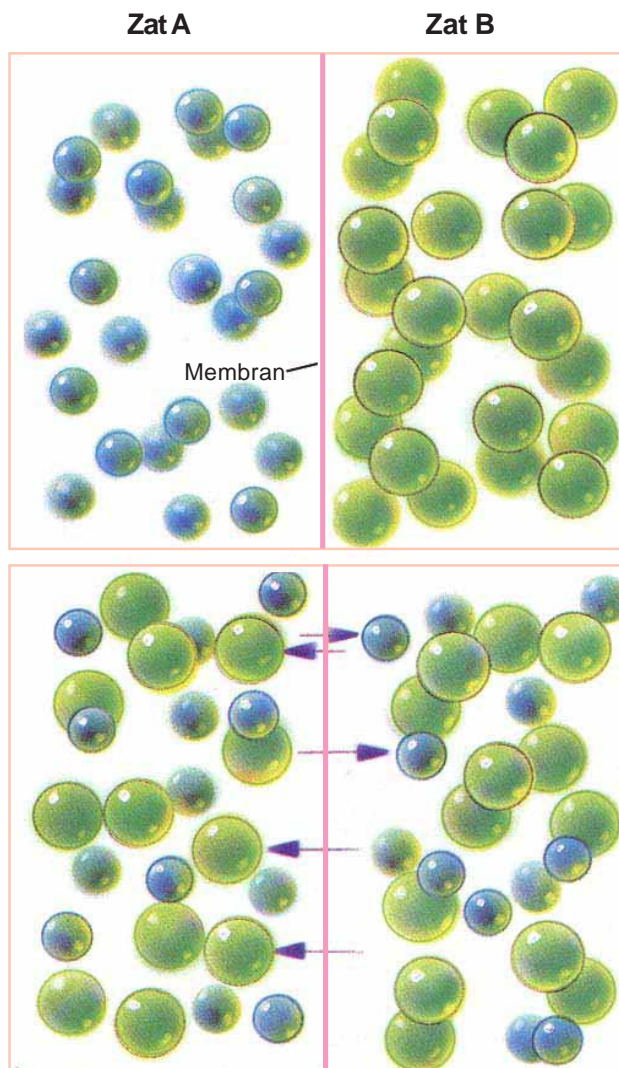
Kata-kata IPA
Difusi
Osmosis
Konsentrasi
Transpirasi
Gutasi
Hidatoda
Fotosintesis
Kloroplas
Klorofil
Respirasi Aerob
Respirasi Anaerob
Mitokondria
Energi
Lentisel
Hara Makro
Hara Mikro

Difusi dan Osmosis

Pernahkah kamu memikirkan bagaimana caranya udara dan air masuk ke dalam tubuh tumbuhan? Semua sel tumbuhan dikelilingi oleh selaput atau membran. Membran sel tidak dapat dilalui oleh semua zat. Membran sel berfungsi seperti tirai kasa di jendela rumahmu yang dapat dilalui udara tetapi tidak dapat dilalui benda-benda yang besar seperti serangga atau kerikil bahkan nyamuk. Bagaimana zat-zat tertentu dapat melalui membran sel?

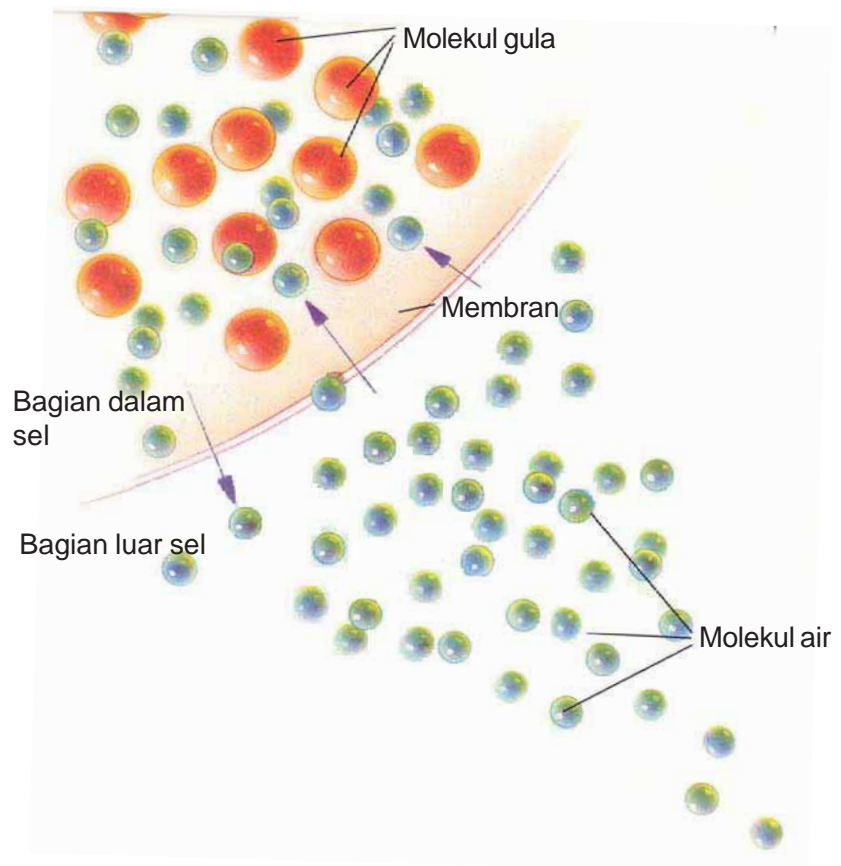
Sel-sel tumbuhan dapat dilewati air, zat-zat makanan yang terlarut, oksigen dan karbondioksida baik ke dalam atau ke luar sel. Pada sub bab ini kamu akan mempelajari mengapa sel tumbuhan memerlukan oksigen dan karbondioksida, serta bagaimana zat-zat tersebut bergerak melewati membran sel?

Bagian-bagian penyusun zat di alam ini selalu dalam keadaan bergerak. Bagian-bagian penyusun zat yang ukurannya sangat kecil disebut partikel. Partikel tersebut menyebar merata ke segala arah. Zat-zat bergerak dari tempat yang mempunyai konsentrasi lebih tinggi ke tempat yang konsentrasinya lebih rendah. Proses perpindahan zat seperti tersebut disebut difusi. Konsentrasi suatu zat adalah ukuran yang menunjukkan jumlah suatu zat dalam volume tertentu. Difusi partikel zat itu akan berhenti jika konsentrasi zat di kedua tempat tersebut sudah sama.

Zat-zat makanan yang terlarut berdifusi ke dalam sel melewati membran sel jika konsentrasi zat makanan di luar sel lebih banyak dari pada yang ada di dalam sel. Dengan cara yang sama, zat-zat makanan terlarut berdifusi ke luar sel melewati membran sel jika konsentrasi zat di dalam sel lebih banyak dari pada yang ada di bagian luar sel. Agar mudah memahami konsep tersebut pelajarilah **Gambar 5.10** berikut.

Sumber: Moyer et. al., 2000

Gambar 5.10
Pada mulanya konsentrasi zat A di sisi kiri membran lebih banyak dibanding yang ada di sisi kanan membran. Demikian juga dengan konsentrasi zat B di sisi kanan membran lebih banyak dibanding yang ada di sisi kiri membran.

Zat A akan berdifusi melewati membran dari sisi kiri ke sisi kanan sampai konsentrasi zat A di kedua sisi membran tersebut sama.
Zat B akan berdifusi melewati membran dari sisi kanan ke sisi kiri sampai konsentrasi zat B di kedua sisi membran tersebut sama.

Difusi air melalui membran sel adalah suatu contoh peristiwa osmosis. Difusi air melalui membran sel itu juga berlangsung dari tempat yang mempunyai konsentrasi air tinggi ke tempat yang berkonsentrasi air rendah. Konsentrasi air merupakan ukuran yang menunjukkan jumlah air dalam volume tertentu suatu larutan. Jika konsentrasi air di bagian luar sel lebih banyak dibandingkan di bagian dalam sel, maka air cenderung bergerak ke dalam sel melalui membran. Dapat pula dikatakan bila konsentrasi zat yang terlarut dalam air lebih tinggi di bagian dalam sel dari pada di luar sel, maka air cenderung bergerak ke dalam sel melalui membran. Jika konsentrasi air di bagian dalam sel lebih tinggi dibandingkan di bagian luar sel, atau konsentrasi zat yang terlarut dalam air di bagian luar sel lebih tinggi dari pada di dalam sel, maka air cenderung bergerak ke luar sel melalui membran **(Gambar 5.11).** Kerjakanlah **Kegiatan 5.3** untuk melihat terjadinya peristiwa osmosis.

Gambar 5.11
Di bagian luar sel terdapat lebih banyak air dibandingkan di bagian dalam sel. Di bagian dalam sel gula lebih banyak dibandingkan di bagian luar sel. Air akan berdifusi ke dalam sel melalui proses osmosis.

Pertukaran Gas

Saat kamu bernapas, paru-parumu menerima campuran gas yang disebut udara. Udara disusun dari nitrogen, oksigen, dan sedikit karbondioksida. Dengan menghembuskan napas, kamu mengeluarkan campuran gas yang banyak mengandung karbondioksida. Pertukaran gas ini adalah salah satu cara bagaimana sel-sel tubuhmu yang hidup memperoleh gas-gas yang dibutuhkan dan membuang gas-gas sisa yang tidak dibutuhkan.

Tumbuhan juga memerlukan air dan karbondioksida untuk tetap hidup. Tumbuhan menyerap air dan mineral melalui akar, dan selanjutnya akan diangkut melalui batang menuju daun. Air menguap dari jaringan daun dan dilepaskan melalui stoma dan lentisel sebagai uap air. Karbondioksida yang berupa gas masuk ke dalam tubuh tumbuhan melalui stoma di permukaan daun dan lentisel di permukaan batang.

Bagaimana gas karbondioksida masuk ke dalam daun? Daun tumbuhan darat memperoleh karbondioksida dari udara sekitarnya melalui difusi. Udara di sekitar tumbuhan mengandung karbondioksida lebih banyak dibandingkan

Percobaan
Osmosis pada Kentang

Apa yang kamu perlukan ?

8 potong kentang seukuran batang korek api, 2 mangkuk plastik, selotip, garam dapur, sendok teh plastik, air, penggaris.

Apa yang harus kamu lakukan ?

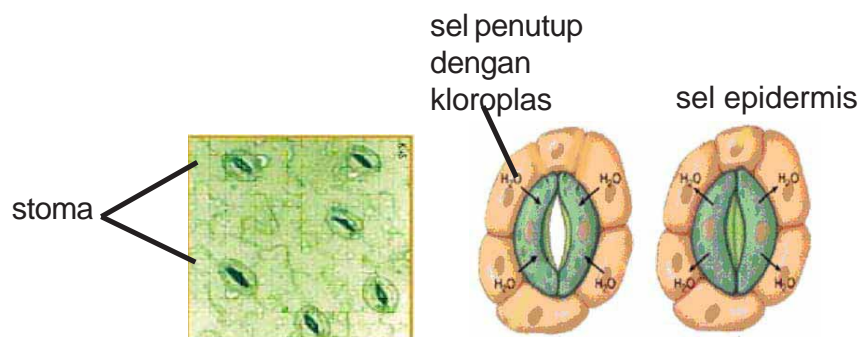
1. Dengan menggunakan pisau potonglah kentang seukuran batang korek api yang memiliki panjang 3 cm, sebanyak 8 potong.
2. Tekanlah dengan jarimu dan rasakan kekerasan potongan kentang tersebut! Catatlah hasil pengamatanmu pada buku catatanmu!
3. Isilah 1 mangkuk plastik dengan 250 air, dan berilah tanda A yang direkat dengan selotip pada mangkuk! Masukkan 4 potongan kentang ke dalam mangkuk plastik tersebut!
4. Sekarang isilah mangkuk plastik yang lain dengan 250 ml air dan 2 sendok makan penuh garam dapur, serta berilah tanda B!
5. Masukkan 4 potongan kentang yang tersisa ke dalam mangkuk plastik bertanda B!
6. Biarkan selama 30 menit! Kemudian angkatlah tiap-tiap potongan kentang dari mangkuk plastik A dan B, dan rasakan kekerasannya dengan tanganmu! ukur juga panjang potongan-potongan kentang tersebut.
7. Apakah kedua kelompok kentang tersebut terasa sama kerasnya dan sama panjangnya? Bandingkan kedua kelompok kentang tersebut dengan keadaan sebelum dikenai perlakuan. Catat hasil pengamatanmu pada buku catatanmu dan jelaskan!
8. Jelaskan apa yang menyebabkan perbedaan kekerasan dan perbedaan panjang potongan kentang.

di dalam daun, sehingga gas karbondioksida berdifusi ke dalam daun melalui stoma di epidermis daun.

Sumber: www.bio.uio.no

Gambar 5.12
Fungsi stoma pada daun, pada batang berkayu digantikan oleh lentisel.

Selain itu pada bagian batang bisa dijumpai adanya pori-pori untuk pertukaran gas yang disebut lentisel. Umumnya lentisel terdapat pada batang yang telah mengeras **(Gambar 5.12).** Di samping itu pada tumbuhan tertentu dijumpai bentuk-bentuk khusus pada tubuhnya untuk memenuhi kebutuhan akan udara. Sebagai contoh, tahukah kamu tumbuhan beringin yang memiliki akar gantung, tanaman padi memiliki batang yang berongga serta tumbuhan enceng gondok mempunyai tangkai daun yang berongga.

Pada stomata (tunggal = stoma), bila sel penutup menyerap air secara osmosis, maka sel-sel tersebut mengembang atau membengkak. Pada **Kegiatan 5.4** kamu dapat melihat bagaimana pembengkakan itu menyebabkan stoma membuka. Bila stoma membuka, gas karbondioksida dapat berdifusi ke dalam daun. Gas oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis dapat juga keluar dari daun melalui stoma yang membuka. Bila sel penjaga kehilangan air secara osmosis, maka sel-sel tersebut mengkerut. Pada **Kegiatan 5.4,** kamu juga dapat melihat bagaimana pengerutan sel penutup dapat menyebabkan stoma menutup. Bila stoma menutup, gas karbondioksida dan oksigen tidak dapat masuk atau keluar dari daun. Pertukaran udara seperti dijelaskan di muka selain terjadi pada stoma juga terjadi pada lentisel. Pertukaran udara melalui stoma dan lentisel tersebut terjadi pada tumbuhan berpembuluh. Pada tumbuhan tidak berpembuluh pertukaran udara terjadi secara difusi melalui membran plasma sel-sel penyusun tubuhnya.

Sumber: www.efima.org; www.cbu.edu

Gambar 5.13
Stoma yang terletak di epidermis

Kegiatan 5.4

Percobaan

Bagaimana stoma membuka dan menutup?

Sel penutup dapat mengembang dan mengkerut. Pada kegiatan ini, kamu dapat melihat kejadian tersebut terjadi maupun bagaimana pengaruhnya pada stoma.

Apa yang kamu perlukan ?

Kaca pembesar, daun tanaman adam hawa (Rhoeo discolor), air suling, pipet tetes, pinset, kaca benda, kaca penutup, mikroskop, air garam, kertas tissue, jam.

Apa yang harus kamu lakukan ?

1. Amatilah permukaan atas dan bawah daun tanaman adam hawa dengan kaca pembesar!
2. Sobeklah daun tanaman itu seluas 5 cm persegi. Lipatlah potongan daun itu menjadi setengah bagiannya, kemudian gunakan pinset untuk mengangkat atau memisahkan lapisan epidermis yang tipis dari daun!
3. Gunakan pipet tetes untuk meletakkan setetes air di atas kaca benda. Letakkan lapisan epidermis yang kamu ambil dari daun tanaman adam hawa ke atas setetes air dan tutuplah dengan kaca penutup. Hati-hatilah menggunakan kaca benda dan kaca penutup. Amatilah lapisan epidermis melalui mikroskop dengan pembesaran lemah. Amatilah epidermis dan temukan sepasang sel penutup yang bentuknya seperti kacang merah dan itulah yang disebut stoma. Gambarlah epidermis, sel penutup dan stoma pada buku catatanmu.
4. Sekarang dengan menggunakan pipet tetes, teteskan air garam di tepi kaca penutup. Gunakan kertas tissue untuk menyerap air di bawah kaca penutup dengan menyentuhkan kertas tissue di tepi kaca penutup pada sisi yang berlawanan dengan air garam. Tunggulah sekitar 5-10 menit, selanjutnya amatilah epidermis dengan menggunakan mikroskop pada pembesaran lemah. Gambarlah epidermis, sel penutup dan stoma yang nampak setelah bersentuhan dengan air garam. Bandingkan dengan **Gambar 5.13** tentang stoma.
5. Amati dengan cermat **Gambar 5.13.** Berdasarkan gambar, jelaskan perbedaan stoma yang membuka dan menutup serta apa yang menyebabkannya.
6. Dalam catatanmu jelaskan perbedaan antara sel penutup dengan sel-sel epidermis yang lain. Bagaimana perubahan sel penutup setelah bersentuhan dengan air garam. Kamu dapat mengingat kembali kegiatan "osmosis pada kentang". Kaitkan osmosis dengan perubahan pada sel penutup stoma.
7. Dalam catatanmu jelaskan perbedaan antara sel penutup dengan sel-sel epidermis yang lain. Bagaimana perubahan sel penutup setelah bersentuhan dengan air garam. Kamu dapat mengingat kembali kegiatan “osmosis pada kentang”. Kaitkan osmosis dengan perubahan pada sel penutup stoma.

Lab Mini 5.2

Dari manakah datangnya air pada daun tumbuhan?

Tumbuhan menghasilkan uap air sebagai bagian dari proses pertukaran gas.

Siramlah sebuah pot berisi tanaman dengan air! Masukkan pot tanaman tersebut ke dalam kantung plastik yang transparan! Ikat plastik tersebut dan letakkan di tempat yang terkena sinar matahari langsung **(Gambar 5.14)!** Tunggulah beberapa jam atau sampai hari berikutnya! Amatilah apa yang tampak pada kantung plastik tersebut?

Simpulan dan penerapan

Dari manakah datangnya butiran-butiran air dalam kantung plastik tersebut?

Sumber: www.ga.water.usgs.gov/edu

Gambar 5.14
Tanaman Dibungkus dengan Kantung Plastik Transparan.

Transpirasi

Ingatlah mungkin beberapa waktu lalu kamu pernah melakukan aktivitas fisik seperti pertandingan aerobik antar kelas, permainan kasti atau bersepeda! Pikirkan tentang reaksi tubuhmu setelah melakukan aktivitas tersebut! Mungkin wajahmu menjadi kemerah-merahan dan napasmu menjadi cepat dan terengah-engah, serta banyak berkeringat. Selain tubuhmu, ternyata tubuh tumbuhan juga dapat menghasilkan "keringat".

Dalam melakukan proses hidupnya, tumbuhan juga menghasilkan zat-zat yang harus dikeluarkan, misalnya karbondioksida, air dan zat-zat lainnya. Tumbuhan tidak mempunyai alat khusus sebagai alat pengeluaran zat sisa tersebut, namun biasanya zat sisa berupa gas dikeluarkan melalui stoma dan lentisel.

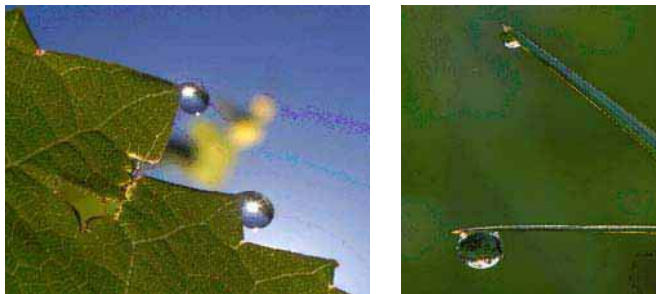
Air yang diserap oleh akar, yang kemudian disalurkan ke daun, hanya sebagian kecil saja yang digunakan dalam proses fotosintesis dan proses-proses lainnya. Sisa air akan diuapkan dari jaringan daun dan dibebaskan melalui stoma yang dikenal dengan proses transpirasi. Untuk menguji terjadinya proses ini, lakukan kegiatan **Lab Mini 5.2.**

Proses transpirasi ini mempunyai manfaat sendiri bagi tumbuhan. Di antaranya adalah untuk mengendalikan suhu tubuh tumbuhan. Kita bisa bayangkan jika tidak ada proses transpirasi, maka suhu tubuh tumbuhan akan meningkat dengan tajam terutama di siang hari saat daun-daun tumbuhan menyerap energi sinar matahari. Oleh karena energi yang diserap tersebut tidak semuanya digunakan oleh tumbuhan, maka diperlukan proses untuk pembuangan energi yang berlebih. Salah satunya digunakan untuk menguapkan kelebihan air yang terserap dari dalam tanah.

Manfaat lain proses transpirasi adalah mendorong terserapnya air dari dalam tanah beserta mineral (atau disebut juga unsur hara) terlarut yang sangat diperlukan oleh tumbuhan. Jika air di dalam sel-sel mesofil daun menguap maka akan menyebabkan daerah tersebut berkurang kadar airnya sehingga mendorong air di sekitarnya akan mengisi daerah tersebut. Begitu seterusnya sehingga akan menyebabkan air di dalam tanah dapat terserap masuk ke dalam tubuh tumbuhan karena adanya ruangan yang kadar airnya rendah atau kosong, sehingga perlu digantikan.

Mineral atau unsur hara yang diperlukan oleh tanaman dikelompokkan menjadi unsur hara makro dan unsur hara mikro. Disebut unsur hara makro karena diperlukan dalam jumlah banyak, contohnya Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Kalsium (Ca), Magnesium (Mg), Belerang (S). Sedangkan disebut unsur hara mikro karena diperlukan dalam jumlah sedikit, contohnya Boron (Bo), Molibdenum (Mo), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), dan Mangan (Mn).

Dalam keadaan lingkungan yang lembab, misalnya pada malam hari, proses pengeluaran air tidak berupa uap air melainkan berupa tetes-tetes air. Proses ini disebut gutasi **(Gambar 5.15).** Pada proses gutasi air dikeluarkan melalui lubang di ujung atau tepi daun. Lubang tersebut selalu tetap terbuka, siang dan malam, selama daun itu hidup. Stoma khusus tersebut disebut hidatoda. Hidatoda merupakan kelanjutan dari xilem dan floem dari akar dan batang. Pada daun, xilem dan floem tersebut bercabang menjadi cabang-cabang halus yang membentuk jala dan berakhir pada ujung daun atau tepi daun.

Selain berfungsi sebagai pengangkut, batang juga berfungsi sebagai gudang penyimpan bahan-bahan. Gudang tersebut baru akan dibuka saat tumbuhan memerlukan

Sumber: www.i176.photobucket.com

Gambar 5.15
Tetes-tetes Air di Ujung Daun Keluar Melalui Proses Gutasi.

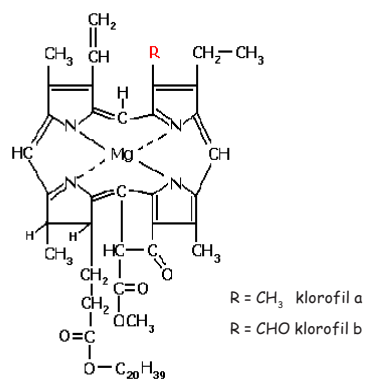
bahan-bahan tersebut. Bahan apakah yang dapat disimpan oleh batang? Batang dapat menyimpan air atau makanan berupa tepung. Air yang disimpan berasal dari air yang diserap oleh akar. Tepung yang disimpan berasal dari pengubahan gula yang dihasilkan melalui fotosintesis yang terjadi di daun.

Keuntungan tumbuhan menyimpan air, seperti pada batang tumbuhan herba adalah untuk mencegah tumbuhan dari kelayuan. Air menjaga agar sel-sel tumbuhan tersebut tetap tegang. Tumbuhan yang hidup di tempat kering memiliki batang yang mampu menyimpan air dalam jumlah

banyak. Cobalah berikan contoh tanaman yang hidup di daerah kering yang kamu kenal.

Beberapa batang menyimpan tepung dalam jumlah cukup banyak. Tepung akan terus disimpan dalam batang sampai suatu saat diperlukan untuk memulai pertumbuhan yang baru. Tepung yang disimpan ini akan digunakan juga oleh bagian tubuh tumbuhan yang lain. Saat diperlukan tepung diubah kembali menjadi gula. Gula diangkut melalui sel-sel floem dari batang menuju ke akar atau ke daun atau ke bagian lain yang membutuhkan.

Fotosintesis

Tumbuhan hijau menggunakan gas karbondioksida, air, dan energi dari sinar matahari untuk membuat makanan melalui proses fotosintesis. Bagaimana tumbuhan menangkap energi sinar matahari? Di dalam sel tumbuhan hijau terdapat organel yang disebut kloroplas. Di dalam kloroplas terkandung klorofil. Klorofil adalah pigmen hijau yang memiliki struktur seperti **Gambar 5.16.** Pigmen adalah sesuatu yang memiliki struktur tertentu yang dapat menyerap sinar. Daun tumbuhan nampak hijau karena klorofil menyerap sebagian besar cahaya pada panjang gelombang sinar yang tampak, kecuali gelombang cahaya hijau. Karena sebagian besar panjang gelombang cahaya hijau tidak diserap oleh klorofil, maka akan dipantulkan oleh daun tumbuhan dan diterima oleh mata kita. Ini merupakan alasan mengapa tumbuhan yang mengandung klorofil nampak hijau. Sinar yang diserap oleh klorofil memberikan energi yang diperlukan untuk fotosintesis. Kloroplas mengandung pigmen lain selain klorofil. Pigmen-pigmen ini juga menyerap sinar yang tampak dari sinar matahari yang juga memberikan sejumlah energi untuk fotosintesis.

Sumber: ww.mpancz.webpark.pl

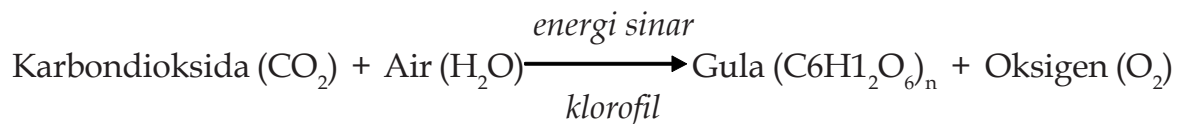
Gambar 5.16

Struktur klorofil

Pernahkan kamu melihat daun-daun berubah warna sebelum akhirnya gugur? Warna apa yang tampak pada daun sebelum gugur? Kurangnya cahaya secara tidak langsung dapat mengakibatkan rusaknya klorofil. Bila klorofil rusak, daun tumbuhan tidak akan berwarna hijau untuk waktu yang lama.

Klorofil ini harus ada dalam daun tumbuhan agar terjadi proses fotosintesis. Energi cahaya yang ditangkap oleh klorofil, diperlukan untuk mereaksikan karbondioksida dan

air untuk membentuk gula (makanan) dan oksigen seperti pada persamaan reaksi sederhana berikut.

$$\text{Karbondioksida } (CO_2) + \text{Air } (H_2O) \xrightarrow[\textit{klorofil}]{\textit{energi sinar}} \text{Gula } (C6H1_2O_6)_n + \text{Oksigen } (O_2)$$

Dari persamaan reaksi tersebut jelas bahwa karbondioksida dibutuhkan dalam proses fotosintesis. Untuk menguji hal tersebut, lakukan kegiatan **Lab Mini 5.3.**

Gula adalah makanan yang dihasilkan oleh tumbuhan. Makanan yang tidak langsung digunakan oleh tumbuhan, dapat disimpan dalam akar, batang, daun, buah, dan biji. Oksigen menjadi bagian udara yang kita hirup saat bernapas. Hampir 90% oksigen yang ada di atmosfer kita berasal dari hasil proses fotosintesis. Hewan dan tumbuhan memakai makanan dan oksigen yang dihasilkan melalui proses fotosintesis.

Daun adalah bagian tumbuhan yang dikenal sebagai "pengumpul energi sinar". Daun beberapa tumbuhan memiliki permukaan yang luas untuk menyerap energi sinar. Perlu diingat bahwa energi sinar (sinar matahari, sinar lampu), karbondioksida dan air harus tersedia dalam daun untuk terjadinya proses fotosintesis ini.

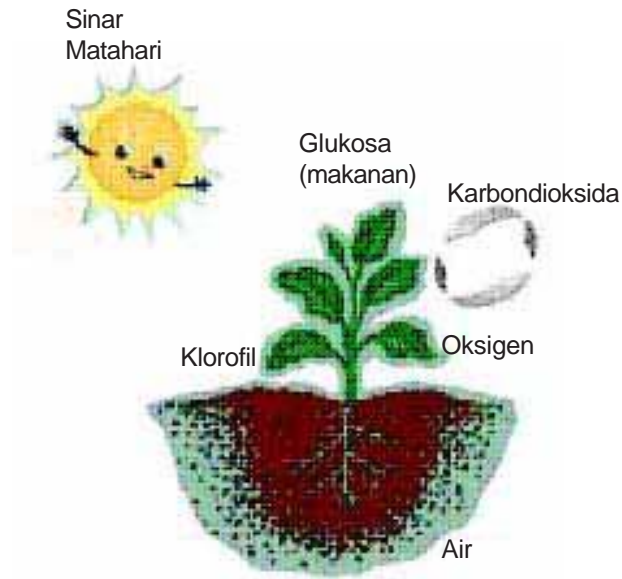
Gunakanlah **Gambar 5.17** untuk men[illegible]i bahwa karbondioksida dan air merupakan zat atau senyawa yang masuk ke dalam tubuh tumbuhan. Akar tumbuhan mengambil air dari dalam tanah. Air diangkut dari akar ke daun melalui batang. Karbondioksida di udara masuk ke daun melalui stomata.

Bagaimana Gula Digunakan?

Apa yang dapat kamu manfaatkan dari bahan-bahan bangunan bongkaran rumah tua? Beberapa bahan mungkin dapat digunakan lagi untuk membuat garasi atau kandang ayam. Gula yang dibuat selama fotosintesis juga akan dipecah dan digunakan untuk menyusun molekul-molekul lain untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Jika gula dipecah, akan dihasilkan energi. Energi yang dihasilkan dari pemecahan gula tersebut ternyata digunakan tidak hanya untuk kebutuhan tanaman tersebut tetapi juga diperlukan bagi proses kehidupan semua jenis makhluk hidup.

Lab Mini 5.3

Bagaimana menunjukkan bahwa karbondioksida digunakan oleh tumbuhan?

Tuangkan 25 ml larutan fenolftalin ke dalam gelas kimia. Catatlah warnanya. Dengan menggunakan sedotan tiupkan udara dengan hati-hati dalam larutan tersebut (hati-hati jangan menghirup larutan tersebut!). Catat perubahan warnanya. Apa yang telah kamu tambahkan pada larutan tersebut? Ulangilah pada gelas kimia kedua. Masukkan tanaman Elodea atau tanaman air lain yang tenggelam, seperti Hydrilla ke dalam gelas kimia. Letakkan gelas kimia tersebut di tempat yang terkena sinar matahari selama 15 menit. Amati tiap lima menit. Apa yang kamu amati tentang perubahan warnanya? Kesimpulan apa yang dapat kamu tarik dari kegiatan ini?

Sumber: www.vtaide.com

Gambar 5.17
Proses fotosintesis mampu merubah karbondioksida, dan air menjadi gula.

Kamu telah mempelajari bahwa tumbuhan menggunakan karbondioksida dan air untuk menyusun gula, dengan menghasilkan oksigen sebagai bahan buangan. Pada proses respirasi, tumbuhan dan hewan menggunakan oksigen untuk memecah gula. Karbondioksida dan air merupakan hasil buangannya. Dari sini kamu dapat memahami bahwa senyawa yang diperlukan untuk respirasi merupakan hasil dari fotosintesis.

Tumbuhan menyimpan banyak energi dalam bentuk gula yang mereka bentuk selama fotosintesis. Tumbuhan mampu mengubah energi kimia dalam makanan menjadi tenaga untuk berbagai aktivitas hidup seperti bergerak, tumbuh, berkembang biak dan sebagainya.

Fotosintesis Sebagai Sumber Energi Bagi Makhluk Hidup Lain

Kamu hidup di planet yang kadang-kadang disebut planet hijau. Mengapa demikian? Ratusan hektar di atas permukaan tanah di bumi ini tampak hijau. Sebagian besar warna hijau ini berasal dari daun tumbuhan. Gas yang dikeluarkan dari hasil fotosintesis oleh seluruh daun membuat bumi menjadi lingkungan yang sempurna bagi manusia dan seluruh makhluk hidup lain yang memerlukan oksigen untuk proses respirasinya.

Tanpa fotosintesis, sebagian besar makhluk hidup di muka bumi akan lenyap. Tikus, kelinci, bajing, dan ikan seperti halnya manusia akan mati. Mengapa demikian? Daun merupakan organ tumbuhan penghasil utama makanan. Makanan dihasilkan oleh daun dan disimpan untuk dimakan oleh hewan. Pemakan tumbuhan mencerna makanan yang berasal dari tumbuhan dan digunakan untuk menghasilkan energi bagi seluruh proses kehidupannya.

Tumbuhan yang dimakan hewan merupakan sumber energi bagi hewan yang makan hewan lain. Burung menggunakan energi dari ulat untuk pertumbuhan dan proses-proses kehidupan yang lain. Energi pada ulat berasal dari daun-daun tumbuhan yang dimakannya. Sebelumnya daun tumbuhan menangkap energi dari sinar matahari. Dapatkah kamu mengikuti arah aliran energi ini berpindah dalam siklus energi? Jika kamu mengikuti peristiwa makan memakan, semuanya akan kembali bahwa makanan berasal dari tumbuhan. Tumbuhan inilah yang menangkap energi sinar matahari, yang selanjutnya kita gunakan sebagai energi untuk aktivitas kita sehari-hari.

Apa yang terjadi jika semua tumbuhan mati? Kamu dapat memperkirakan bahwa semua konsumen pemakan tumbuhan juga akan mati. Mereka mati sebab tumbuhan sebagai tempat penghasil makanan mati. Jika tidak ada lagi serangga atau hewan lain pemakan tumbuhan seperti kelinci dan sapi, maka konsumen pemakan serangga atau hewan lain itu akan segera mati pula. Jika tidak ada daun, bumi akan kekurangan oksigen. Sebagian besar organisme tergantung pada oksigen untuk bernapas, karenanya sebagian besar organisme juga akan mati karena kekurangan oksigen. Berdasarkan pemahaman kamu tentang peranan fotosintesis, cobalah diskusikan dengan temanmu, masalah yang terkait pada **Jurnal IPA.**

Jurnal IPA

Daun tumbuhan selalu gugur pada saat-saat tertentu. Andaikata seluruh daun gugur, apakah tumbuhan dapat terus-menerus menyediakan oksigen bagi dunia selama musim tersebut? Diskusikan dengan temanmu dan catat hasilnya dalam buku catatanmu.

Faktor-faktor yang Mempengaruhi Fotosintesis

Seperti yang telah kamu pelajari, fotosintesis memerlukan karbondioksida, air dan sinar matahari sebagai sumber energi, maka bila salah satu di antara ketiga hal tersebut terganggu, maka akan terganggu pula proses fotosintesisnya.

Jelas, alasan mengapa tumbuhan harus mendapat cukup air, supaya fotosintesis dapat berlangsung. Kekurangan air akan menghambat fotosintesis. Karbondioksida juga sangat mempengaruhi fotosintesis, jika difusi karbondioksida dalam bentuk gas dari lingkungan ke dalam tubuh tumbuhan dihalangi, maka fotosintesis akan terganggu pula. Karbondioksida masuk melalui mulut daun atau stoma. Ikutilah **Kegiatan 5.5** berikut dan temukanlah apa maknanya.

Eksperimen

Apakah fotosintesis memerlukan karbondioksida (CO_2)?

Apakah kurangnya karbondioksida mengakibatkan berkurangnya hasil fotosintesis?

Apa yang kamu perlukan?

- Gelas kimia 500 ml dan 200 ml, masing-masing 1 buah
- Pembakar spiritus, 1 buah
- Kaki tiga, 1 buah
- Cawan petri, 1 buah
- Pipet tetes, 1 buah
- Pinset 1 buah
- Kertas hisap
- Tumbuhan yang memiliki daun kecil dan cukup tipis
- Plastik pembungkus
- Larutan KOH
- Larutan alkohol 70%
- Larutan yodium
- Air

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Sebelum praktikum, siapkanlah daun tumbuhan yang telah dipilih (yang tipis). 2-3 lembar daun tersebut dibungkus dengan kantong plastik yang di dalamnya dimasukkan kapas yang dibasahi dengan larutan KOH. KOH ini berfungsi untuk mengikat CO2, sehingga CO2 tidak akan berdifusi ke dalam daun. Daun yang lain dibiarkan terbuka.
2. Letakkan tanaman tersebut di tempat yang terkena sinar selama 24 jam.
3. Setelah 24 jam, petiklah daun yang ditutup dan yang tidak ditutup.
4. Rebuslah masing-masing daun ke dalam gelas kimia yang berisi air panas hingga layu.
5. Pindahkan daun-daun tersebut ke dalam alkohol panas hingga alkohol berwarna hijau. Perhatian: Berhati-hatilah bekerja dengan alkohol panas karena mudah terbakar. Jangan merebus alkohol secara langsung tetapi didihkan alkohol dengan cara merebusnya dalam air mendidih.
6. Pindahkan daun-daun tersebut dalam air panas.
7. Letakkan daun-daun tersebut dalam cawan petri dan tetesi dengan larutan yodium. Bila daun berwarna biru, berarti mengandung karbohidrat.
8. Catatlah hasil pengamatanmu dalam tabel di bawah.

Analisis dan Kesimpulan

1. Pada percobaan di atas, mengapa daun yang akan diuji direbus terlebih dahulu?
2. Setelah daun dimasukkan dalam alkohol panas, alkohol menjadi berwarna hijau, mengapa?
3. Faktor abiotik apa yang dilihat pengaruhnya dalam penelitian ini?
4. Berdasarkan hasil pengamatanmu, daun mana yang melakukan fotosintesis sehingga menghasilkan karbohidrat?

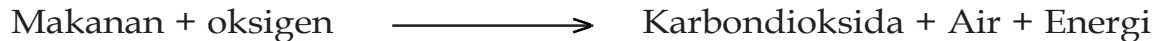
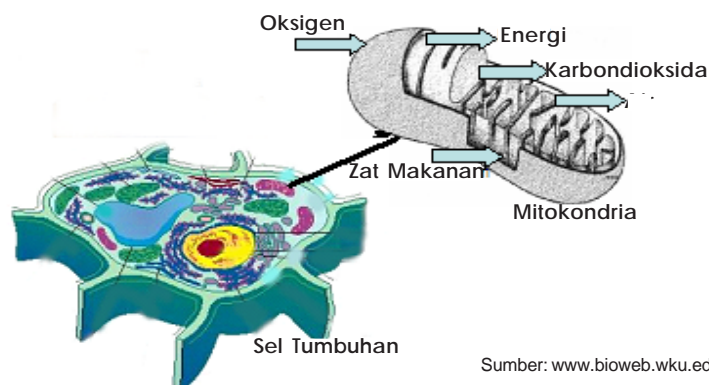
Keadaan Daun	Warna daun sebelum ditetesi Iodium	Warna daun setelah ditetesi Iodium
Daun ditutup		
Daun tidak ditutup		

Gambar 5.18
Respirasi memungkinkan organisme melepas energi yang terdapat pada makanan. Respirasi terjadi pada sel seluruh organisme, baik pada biji-bijian, tumbuhan maupun pada hewan

Sumber: www.img113.imageshack.us; www.albino.sub.jp; www.photos27.flickr.com.

Respirasi

Perhatikan **Gambar 5.18.** Apakah ke tiga makhluk hidup tersebut memiliki persamaan? Ke tiga makhluk hidup itu memiliki persamaan dalam memecah makanan untuk menghasilkan tenaga (energi). Seperti tampak pada **Gambar 5.19,** respirasi adalah proses pemecahan makanan oleh organisme untuk memperoleh tenaga atau energi. Respirasi terjadi pada tiap sel makhluk hidup, khususnya berlangsung pada mitokondria. Respirasi yang menggunakan oksigen bebas untuk memecah makanan menjadi zat-zat kimia yang lebih sederhana, disebut respirasi aerob.

$$\text{Makanan + oksigen} \longrightarrow \text{Karbondioksida + Air + Energi}$$

Respirasi aerob terjadi dalam mitokondria semua sel eukariotik, termasuk sel-sel penyusun tubuh tumbuhan. Untuk membuktikan hal ini lakukan **Kegiatan 5.6.** Respirasi aerob dapat digambarkan sebagai berikut.

Sumber: www.bioweb.wku.edu

Gambar 5.19
Respirasi yang terjadi pada mitokondria, menghasilkan energi, air dan karbondioksida

Apakah tanaman melakukan respirasi?

Apa yang kamu perlukan

- kecambah kacang hijau tanpa kulit
- air kapur
- air biasa
- timbangan
- 2 buah gelas Erlenmeyer
- 2 lembar benang
- 2 lembar kain kasa
- 2 buah karet gelang

Apa yang harus kamu lakukan

1. Timbanglah kecambah kacang hijau sebanyak 10 gram.
2. Bungkuslah kecambah kacang hijau tersebut dengan kain kasa.
3. Ikat ujung kain kasa sehingga kecambah tidak bisa lepas dari bungkusan, dan sisakan lembaran benang pada ikatan sepanjang kurang lebih lima sentimeter. Buatlah juga ikatan kain kasa tanpa diisi apapun.
4. Siapkan dua buah erlenmeyer yang bersih, beri erlenmeyer satu dengan label A dan erlenmeyer dua dengan label B. Siapkan dua tutup karet yang digunakan untuk menutup gelas erlenmeyer tersebut.
5. Tuangkan air kapur sampai sepertiga bagian masing-masing erlenmeyer.
6. Gantungkan satu bungkusan kecambah pada mulut erlenmeyer A. Usahakan agar bungkusan tidak sampai menyentuh air. Tutuplah erlenmeyer dengan tutup karet. Gantungkan juga bungkusan tanpa kecambah pada erlenmeyer B dengan cara yang sama seperti pada gelas A.
7. Biarkan gelas-gelas itu satu hari satu malam.
8. Amati warna cairan masing-masing gelas piala! Samakah warna mereka? Bagaimana warna masing-masing cairan?
9. Bukalah bungkusan kecambah pada tabung A. Timbanglah!
10. Masukkan data yang kalian peroleh dalam tabel pengamatan yang kalian buat.

Analisis dan Kesimpulan

1. Mengapa percobaan di atas menggunakan kecambah?
2. Bagaimana warna cairan pada gelas A setelah dua hari? Bagaimana dengan gelas B? Mengapa?
3. Bagaimana berat pada kecambah sebelum dan setelah perlakuan? Mengapa?
4. Apa yang kamu simpulkan dari percobaan ini?
5. Apa yang terjadi dengan air kapur pada kedua gelas plastik tersebut ? Mengapa terjadi hal demikian?

Bagaimana menunjukkan proses respirasi yang terjadi pada ragi?

Tuangkan 10 ml larutan bromtimol biru ke dalam tabung reaksi. Tambahkan 20 tetes suspensi ragi dan 10 tetes larutan gula. Perubahan warna apa yang tampak setelah 5 menit? 10 menit? 15 menit? Apa yang menyebabkan warna berubah?

Dapatkah hasil pengamatanmu pada **Kegiatan 5.6** digunakan untuk menyimpulkan bahwa pada proses respirasi tumbuhan dihasilkan karbondioksida? Berikan alasannya!

Respirasi yang tidak memerlukan oksigen bebas disebut sebagai respirasi anaerob. Sebagai contoh respirasi anaerob terjadi pada sel-sel ragi. Untuk membuktikan hal ini lakukan kegiatan pada **Lab Mini 5.4.**

Setelah kamu mempelajari fotosintesis dan respirasi, sekarang bandingkan persamaan reaksi respirasi aerob dan fotosintesis yang telah kamu pelajari. Bagaimana kaitan antara respirasi aerob dan fotosintesis? Selama fotosintesis, energi akan disimpan dalam bentuk makanan. Fotosintesis hanya terjadi pada sel yang memiliki klorofil, seperti pada semua daun tumbuhan. Sedangkan respirasi aerob terjadi pada semua sel tumbuhan dan hewan yang tergolong makhluk hidup. Perbedaan antara respirasi aerob dan fotosintesis disajikan pada **Tabel 5.1.**

Tabel 5.1 Perbandingan antara proses fotosintesis dan respirasi

Aktivitas pada Tumbuhan hijau	Energi	Bahan	Hasil akhir	Terjadi pada
Fotositesis	Disimpan	Energi cahaya Karbon dioksida Air	Makanan Oksigen	Sel yang memiliki klorofil
Respirasi	Dibebaskan	Makanan Oksigen	Energi cahaya Karbon dioksida Air	Semua sel

Mengapa semua sel tumbuhan memerlukan energi? Tumbuhan menggunakan energi untuk membangun dan memperbaiki sel, jaringan, dan organ yang rusak. Selain itu, energi digunakan untuk menjalankan semua proses yang berlangsung pada sel-selnya termasuk proses pertumbuhan dan perkembangbiakan.

Tumbuhan memperoleh energi dari makanan yang mereka buat selama proses fotosintesis. Makanan yang dihasilkan melalui fotosintesis mengandung banyak energi. Energi dalam makanan tersebut dapat digunakan melalui proses respirasi.

Intisari Subbab

1. Jelaskan apa yang dimaksud dengan difusi!
2. Jelaskan apa yang dimaksud dengan osmosis!
3. Jelaskan bagaimana oksigen dan karbondioksida masuk dan keluar dari daun?
4. Jelaskan dengan kalimatmu sendiri bagaimana reaksi yang terjadi pada proses fotosintesis dan respirasi aerob ?
5. Mengapa fotosintesis dan respirasi penting?
6. Kelembaban udara disebabkan oleh uap air yang ada di udara. Mengapa kelembaban udara di daerah hutan lebat tinggi?
7. Gas apa yang diterima atmosfer sebagai hasil fotosintesis?
8. Jelaskan proses respirasi pada tumbuhan!
9. Jelaskan bagaimana proses membuka dan menutupnya stoma!
10. Dari mana tumbuhan mendapatkan gas sebagai bahan respirasi?
11. Di malam hari mengapa kita dianjurkan untuk mengeluarkan tanaman dari rumah?

Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Bandingkan zat-zat yang diperlukan dan zat-zat yang dihasilkan pada proses fotosintesis dan respirasi aerob, dan apa peranan energi yang terlibat dalam tiap proses tersebut.

C Gerak pada Tumbuhan

Kata-kata IPA
Tropisme
Fototropisme
Geotropisme
Tigmotropisme
Hidrotropisme
Nasti
Tigmonasti
Termonasti
Fotonasti
Niktinasti
Taksis
Respons
Stimulus

Kamu sudah mengetahui bahwa satu hal yang jelas membedakan antara tumbuhan dengan hewan adalah bahwa umumnya tumbuhan terikat pada suatu tempat, sedangkan hewan dapat berpindah ke sana ke mari. Kenyataan ini tentunya akan menjadikan kamu bertanya apakah tumbuhan juga mampu bergerak seperti halnya hewan? Ternyata kemampuan bergerak tidak terbatas pada hewan saja, tumbuhan pun dapat melakukan gerakan sebagai upaya tanggap terhadap kondisi lingkungannya. Meskipun gerakan tumbuhan ditempuh dengan cara menggerakan sebagian tubuhnya. Gerakan tumbuhan biasanya tidak hebat, sebab kebanyakan gerakan itu lambat sekali untuk dapat dilihat dengan pengamatan sepintas. Dalam bagian ini kamu akan mempelajari bagaimana tumbuhan bergerak.

Lab Mini 5.5

Bagaimana tumbuhan putri malu memberi tanggapan?
Carilah tumbuhan putri malu (Mimosa pudica) di halaman sekolahmu! Berikan sentuhan pada helaian daunnya! Tanggapan apa yang ditunjukkan oleh tumbuhan? Catatlah hasilnya! Kemudian tunggulah beberapa saat! Apakah yang terjadi pada daun tersebut? Mampukah daun tersebut kembali seperti semula dan berapa waktu yang dibutuhkan untuk itu? Catatlah hasilnya pada buku catatanmu!

Bagaimana Tumbuhan Merespons Kondisi Lingkungannya?

Sebagian besar tumbuhan menghabiskan seluruh hidupnya dengan menetap di satu tempat saja. Mereka tertancap pada tempat tumbuh oleh akar-akarnya. Agar dapat bertahan hidup, tumbuhan harus dapat memberi tanggapan terhadap berbagai kondisi lingkungan. Bagaimana tumbuhan merespons kondisi lingkungan sepanjang waktu? Untuk menjawab pertanyaan ini, lakukan kegiatan **Lab Mini 5.5.** untuk mengetahui bagaimana tumbuhan putri malu memberikan tanggapan terhadap perubahan lingkungannya.

Dari kegiatan **Lab Mini 5.5** kamu telah mengetahui bahwa ketika kamu menyentuh daun-daun putri malu *(Mimosa pudica)*, daun-daun tumbuhan tersebut akan menutup seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5.20.** Mengapa hal ini dapat terjadi? Ternyata daun-daun putri malu mampu menanggapi rangsang yang dalam hal ini berupa sentuhan tanganmu dengan cara mengatupkan daunnya.

Organ-organ lain pada tumbuhan ternyata juga mampu memberikan tanggapan terhadap stimulus/rangsang yang ada. Tanggapan yang diberikan oleh tumbuhan tersebut

(a) (b)

Sumber: www.sarracenia.com
Gambar 5.20
Daun tanaman Putri Malu (Mimosa pudica). (a) Daun membuka , (b) Daun menutup

adalah dalam bentuk gerak. Untuk memahami dengan baik bagaimana gerak yang ditunjukkan oleh tumbuhan akibat tanggapan terhadap rangsang, lakukan **Kegiatan 5.7.**

Percobaan

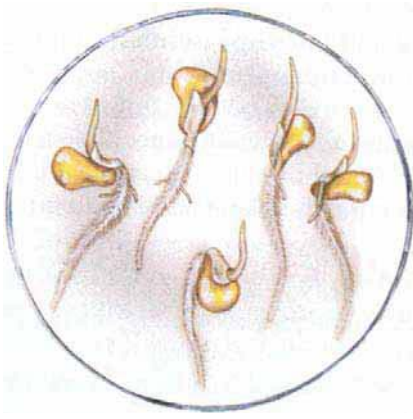
Bagaimana arah tumbuh akar dan pucuk tumbuhan?

Saat petani menanam biji di ladang, biji diletakkan di bawah permukaan tanah pada berbagai posisi. Bagian pucuk embrio dalam biji dapat mengarah ke atas, ke arah matahari, atau ke bawah, ke arah bumi. Akar embrio dapat mengarah ke atas, ke arah matahari, atau ke bawah, ke arah bumi. Dapatkah akar dan pucuk embrio tumbuhan ini memberi tanggapan terhadap gravitasi sehingga akar akan tumbuh ke dalam tanah dan pucuk tumbuh ke arah sinar matahari?

Apa yang kamu perlukan ?

- 8 biji kacang merah atau jagung (direndam air semalam).
- kantung plastik besar yang dapat direkat.
- potongan kertas karton yang dapat dimasukkan dalam plastik.
- gunting.
- beberapa lembar kertas tissue.
- air.
- kertas label.
- selotip.

Apa yang harus kamu lakukan ?

1. Bagilah tanggung jawab dalam kelompokmu untuk mempersiapkan perangkat percobaan! Potonglah kertas karton dengan ukuran yang dapat dimasukkan ke dalam plastik! Gunakan 2 lapisan kertas karton untuk mempertebal karton dalam plastik! Bungkuslah kedua kertas karton tersebut dengan kertas tissue Masukkan karton terbungkus kertas tissue ke dalam plastik! Teteskan air untuk membasahi karton dan kertas tissue! Buanglah kelebihan air jika karton sudah cukup basah!
2. Masukkan 8 biji kacang merah ke dalam kantung plastik! Letakkan biji di atas tissue yang membungkus kertas karton! Letakkan 8 biji tersebut dengan susunan melingkar!

Sumber: Moyer *et al*., 2000

3. Berilah label nama kelompokmu dan tanggal pelaksanaan percobaan di atas kantung plastik. Tutuplah kantung plastiknya! Pertahankan biji kacang pada tempatnya! Jika biji kacang bergeser dari posisinya, geserlah biji dari luar agar posisinya kembali seperti semula! Jika seluruh biji bergeser, tambahkan beberapa karton atau kertas tissue ke dalam kantung plastik sampai cukup kencang!
4. Gantunglah kantung plastik di tempat gelap! Amatilah biji kacang merah tiap hari selama 3-5 hari! Pada buku catatanmu, gambarlah sketsa letak akar dan pucuk saat biji berkecambah mulai hari pertama sampai ke lima! Gantunglah kantung plastik pada posisi semula di tempat gelap setelah kamu amati!

Apa yang terjadi ?

1. Bagaimana arah tumbuh akar kacang merah dalam plastik pada hari pertama?
2. Bagaimana arah tumbuh akar di hari ke 5?
3. Adakah beberapa akar yang tumbuh melengkung?

Bagaimana akar pada embrio kacang merah tumbuh ke bawah, dan bagaimana pucuk tumbuh ke atas. Apa yang menyebabkan arah tumbuh pada pucuk dan akar embrio kecambah berbeda? Ternyata gravitasi mempengaruhi akar tumbuhan tumbuh ke bawah. Gravitasi merupakan stimulus (rangsang) yang selanjutnya ditanggapi atau direspons oleh tumbuhan. Stimulus adalah sesuatu yang ada di lingkungan yang menyebabkan perubahan tingkah laku termasuk tingkah laku tumbuhan. Tingkah laku tumbuhan adalah respons tumbuhan terhadap stimulus. Respons tumbuhan terhadap gravitasi ini disebut geotropisme. Sekarang bandingkan hasil kegiatan kamu pada kecambah kacang merah dengan **Gambar 5.21.** Adakah persamaan yang kamu temukan. Cobalah diskusikan dengan temanmu.

Umumnya tumbuhan menghabiskan masa hidupnya dengan hanya melekat di satu tempat melalui akarnya yang berfungsi sebagai penambat. Tumbuhan dapat juga mengubah posisinya melalui pertumbuhan yang mendekati atau menjauhi stimulus. Jenis respons tumbuhan semacam ini disebut gerak tropisme. Mengingat tanpa memandang bagaimana gerakan itu terjadi, gerakan tumbuhan digolongkan menjadi dua kategori besar berdasarkan

Sumber: www.botit.botany.wisc.edu

Gambar 5.21
Gerak Geotropisme pada Kecambah Jagung.

hubungan antara arah gerakan dan arah dari mana rangsangan datang. Jika arah gerakan ditentukan oleh arah asal rangsangan, reaksi disebut tropisme. Sedangkan jika arah gerakan tidak ada hubungannya dengan arah rangsangan, reaksi disebut nasti.

Geotropisme adalah salah satu contoh dari tropisme. Tumbuhan juga dapat memberi respons terhadap sinar matahari (fototropisme), terhadap air (hidrotropisme), dan juga terhadap sentuhan (tigmotropisme).

Pucuk tumbuhan yang tumbuh ke arah sinar matahari **(Gambar 5.22)** merupakan contoh gerak fototropisme positif sekaligus gerak geotropisme negatif. Arah tumbuh akar ke dalam tanah merupakan contoh geotropisme positif sekaligus hidrotropisme positif. Gerak tumbuh sulur yang membelit karena stimulus sentuhan sulur dengan tempat tumbuhnya merupakan contoh gerak tigmotropisme **(Gambar 5.23).** Keseluruhan tropisme adalah respons yang membantu tumbuhan bertahan dalam upaya memperoleh sinar matahari, air atau mineral yang terlarut dalam tanah.

Sumber: www.chadevans.co.uk.

Gambar 5.22
Kecambah di tempat gelap akan menuju ke arah sumber cahaya, yang merupakan gerak fototropisme positif

Tropisme pada tumbuhan dikendalikan oleh hormon tumbuhan, yaitu bahan kimia dalam tubuh tumbuhan yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tumbuhan tersebut misalnya hormon auksin. Auksin menyebabkan batang dan daun tumbuhan bereaksi positif terhadap fototropisme, atau tumbuh mengarah ke sinar. Hormon tersebut aktif dibentuk di ujung batang. Sinar akan menyebabkan hormon tersebut bergerak ke bagian atau sisi batang yang tidak terkena sinar, sehingga mengakibatkan sel-sel di bagian itu tumbuh lebih panjang dari bagian atau sisi batang yang terkena sinar matahari, sehingga batang membengkok ke arah sinar. Distribusi atau penyebaran auksin tidak merata pada batang

Sumber:www.botit.botany.wisc.edu

Gambar 5.23
Gerak tigmotropisme pada sulur

tumbuhan. Auksin akan terkumpul lebih banyak di sisi batang yang jauh dari sumber cahaya **(Gambar 5.24)**.

Di awal sub-bab ini kamu sudah melakukan kegiatan **Lab Mini 5.5** dengan menggunakan tumbuhan putri malu. Menurutmu, apakah menutup dan membukanya daun putri malu ditentukan oleh arah datangnya rangsang? Karena tanggapan daun putri malu untuk menutupkan daunnya tidak ditentukan oleh arah datangnya rangsang maka gerak ini disebut dengan gerak nasti tepatnya adalah tigmonasti atau ada yang menyebutnya sebagai gerak seismonasti. Diskusikan dengan temanmu, apa perbedaan dan persamaan antara gerak tigmonasti dengan gerak tigmotropisme yang sudah kamu pelajari!

Sumber: www.biologie.uni-hamburg.de

Gambar 5.24
Ujung batang membengkok ke arah sinar karena sel-sel bagian atas lebih panjang dari pada sel-sel bagian bawah.

Di antara gerak nasti, ada yang disebabkan oleh respon terhadap cahaya (fotonasti) dan temperatur (termonasti). Perubahan terhadap cahaya dan temperatur yang menyertai pergantian siang hari dan malam hari berkaitan dengan gerak pada tumbuhan, terutama pada bunga dan daun. Pernahkan kamu memperhatikan beberapa bunga seperti bunga matahari, bunga kembang sepatu, bunga tanaman pukul empat, mekar pada siang hari dan menguncup pada malam hari. Sebaliknya bunga tanaman wijaya kusuma, menutup pada waktu siang hari dan membuka pada waktu malam hari **(Gambar 5.24).** Gerakan nasti pada daun yang paling dikenal adalah gerak "tidur" atau niktinasti. Daun-daun beberapa tumbuhan tertentu terutama anggota suku Leguminosae, berada dalam posisi berbeda pada siang dan malam hari. Permukaan daun horizontal serta menghadap ke matahari sepanjang hari, tetapi dalam kondisi melipat dalam posisi vertikal jika matahari terbenam **(Gambar 5.25).** Lipatan ini dapat ke atas atau ke bawah bergantung pada jenis tumbuhan. Cobalah amati tanaman yang ada di sekitarmu. Adakah yang menunjukkan gerak nasti?

Gerak pindah tempat tumbuhan karena pengaruh stimulus dikenal dengan gerak taksis. Gerak taksis ini dapat berupa gerak pindah tempat tumbuhan secara keseluruhan, maupun sebagian. Sebagai contoh gerak pindah tempat organel kloroplas di dalam sel **(Gambar 5.27)** ketika sel-sel Elodea disinari. Contoh lainnya adalah gerak sel gamet jantan menuju sel gamet betina pada lumut.

Bunga Matahari

Bunga Kembang Sepatu

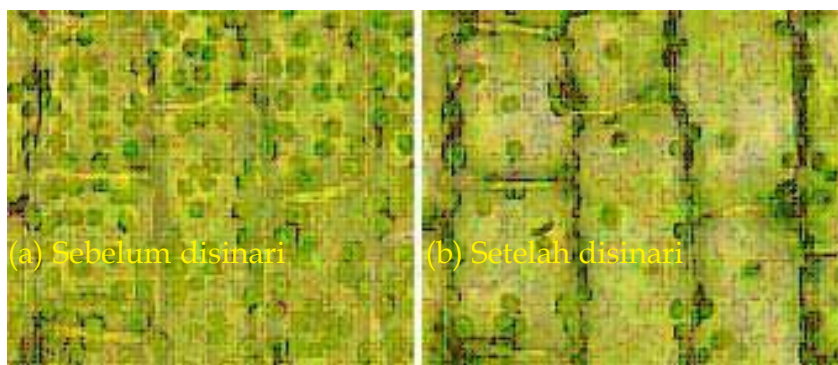
Bunga Pukul Empat

Bunga Wijaya Kusuma

Sumber: www.images.theresajackson.multiply.com

Gambar 5.25
Beberapa jenis bunga yang menunjukkan gerak termonasti atau fotonasti.

Sumber: www.farm1.static.flickr.com

Gambar 5.26
Gerak Niktinasti yang Terjadi pada Daun Tanaman Golongan Leguminosae.

Sumber: www.farm1.static.flickr.com

Gambar 5.27
Gerak Niktinasti yang Terjadi pada Daun Tanaman Golongan Leguminosae.

Intisari Subbab

1. Apa perbedaan antara fototropisme dan tigmotropisme?
2. Bedakan antara respons untuk gerak tropisme dan nasti!
3. Jelaskan tentang gerak niktinasti pada tumbuhan dilengkapi dengan contoh!
4. Mengapa respons tropisme pada tumbuhan tidak dapat cepat untuk diamati?
5. Mengapa pertumbuhan akar disebut dengan gerak geotropisme positif atau hidrotropisme positif ?

Bina Keterampilan

Menginferensi

Amati gambar di samping. Menurut kamu, termasuk gerak apa yang ditunjukkan oleh gambar ini. Berilan alasan jawabanmu. Jelaskan juga mengapa batang tersebut mampu membengkok?

Sumber: www.botit.botany.wisc.edu

Penyakit dan Hama Tumbuhan

Kata-kata IPA
Penyakit
Hama
Parasit
Bakteri
Virus
Cendawan
Penyakit Parasit
Penyakit Non-parasit
Insektisida
Fungisida
Serangga

Tentunya kamu pernah mengalami ketika tiba-tiba mendapati tanaman hias yang ada di rumahmu ternyata daunnya sudah tidak utuh lagi dan kamu menemukan bekicot atau kadang belalang di dekatnya. Mungkin kamu menganggap bahwa yang menyebabkan daun tanaman tersebut tidak utuh lagi adalah karena dimakan oleh hewan tersebut. Bahkan tidak jarang kamu juga pernah menjumpai beberapa tanaman yang daunnya berbintil-bintil hitam pada tanaman mangga atau jeruk. Bu Ani yang hobi mengkoleksi tanaman hias juga kadangkala mengeluh karena tanaman Adeniumnya tiba-tiba daunnya menguning dan berguguran dan kemudian mati. Ternyata setelah dilihat akarnya yang berbentuk bonggol busuk.

Kejadian-kejadian tersebut di atas adalah contoh bahwa penyakit dan hama yang menyerang tanaman sebetulnya ada di lingkungan dan kehidupan kamu. Hanya saja kamu mungkin belum memahaminya, terutama untuk membedakan mana yang termasuk penyakit dan mana yang termasuk hama. Bahkan petanipun banyak juga yang belum bisa membedakan antara penyakit dan hama. Hama sering dikatakan penyakit atau sebaliknya. Oleh karena itu seringkali terjadi kekeliruan saat pengendalian hama dan penyakit. Misalnya hama diberantas dengan obat untuk penyakit (fungisida misalnya). Atau mengendalikan penyakit dengan menggunakan obat untuk hama (insektisida misalnya). Akibatnya hama dan penyakit tidak terkendali dan tetap merajalela sehingga tanaman menjadi rusak dan hancur. Oleh karena itu perlu kita pahami terlebih dahulu pengertian hama dan penyakit.

Penyakit adalah penyebab tanaman menjadi sakit. Tanaman dikatakan sakit jika ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologisnya, atau sakit adalah penyimpangan dari keadaan normal. Misalnya tanaman tomat yang semula segar tiba-tiba menjadi layu. Daun kedelai yang awalnya berwarna hijau segar, sekarang tiba-tiba kelihatan bercak-bercak cokelat. Tanaman-tanaman tersebut menyimpang dari keadaan normal dan biasanya

orang mengatakan sakit. Penyebab sakit ini bermacam-macam, seperti bakteri, cendawan, virus, kekurangan atau kelebihan air, kekurangan atau kelebihan unsur hara atau karena tanaman mendapatkan stress lingkungan misalnya suhu lingkungan yang terlalu panas atau terlalu dingin.

Hama adalah binatang perusak tanaman budidaya. Tanaman yang dirusak tersebut misalnya kol, sawi, selada, tomat, terung, jagung, jeruk, mangga. Sementara itu, binatang yang merusak atau hama diantaranya adalah bermacam-macam ulat, belalang, siput, bekicot, serangga dan sebagainya.

Tindakan yang dilakukan agar tanaman terlindung dari serangan penyakit dan hama disebut proteksi tanaman. Pengendalian hama yang baik yaitu dengan cara biologis. Pengendaliannya meliputi penggunaan predator, binatang pemakan hama atau penggunaan parasit dan bakteri yang dapat menyebabkan sakit pada hama tetapi tidak pada tumbuhan. Pemberantasan secara biologis ini hanya akan mematikan hama. Sementara itu, serangga lain yang bukan hama akan terhindar dari kematian.

Hama dan penyakit merupakan organisme parasit. Yang dimaksud parasit ialah torganisme yang hidup menumpang pada bagian luar atau di dalam tubuh tanaman atau binatang. Parasit memakan atau meghisap zat makanan dari makhluk hidup yang ditumpanginya dan tidak bisa hidup sendiri. Tempat parasit tumbuh dan makan tersebut dikenal dengan nama inang. Berikut ini akan diuraikan beberapa penyebab penyakit dan hama pada tanaman. Untuk langkah pertama, lakukan **Lab Mini 5.6.**

Lab Mini 5.6

Amati dengan seksama tanaman yang ada di sekelilingmu. Kamu bisa mengamati tanaman hias koleksi ibumu (misalnya) atau pergi ke kebun atau taman di sekitar rumahmu. Identifikasilah jenis hama atau penyakit yang mungkin menyerang tanaman tersebut. Rekamlah tanaman tersebut dalam bentuk gambar atau foto kemudian diskusikan dengan temanmu untuk menentukan kira-kira hama atau penyakit apa yang menyerang tanaman tersebut. Gunakan juga sumber belajar buku-buku yang ada di perpustakaan atau internet untuk memudahkan identifikasi kamu.

Bakteri dan Virus

Bakteri dapat menyebabkan kerusakan pada tumbuhan. Bakteri dapat masuk ke tubuh tumbuhan melalui stoma atau luka kecil pada tubuhnya. Dalam tubuh tumbuhan bakteri dapat merusak sel-sel tumbuhan bila telah menginfeksi sitoplasma. Jika bakteri menyebar ke seluruh tubuh tumbuhan maka tumbuhan tersebut akan segera mati. Umumnya bakteri menyebabkan bercak-bercak lubang pada buah dan daun. Bakteri juga dapat menyebabkan tumbuhan layu secara mendadak sehingga mati seperti pada mentimun **(Gambar 5.28).** Penyakit layu pada tanaman mentimun

disebabkan oleh bakteri Erwinia tracheiphila. Bila pangkal batang tanaman yang layu dipotong akan mengeluarkan lendir bakteri berwarna putih kental dan lengket.

Sumber:www.vegetablemdonline.ppath.cornell.edu

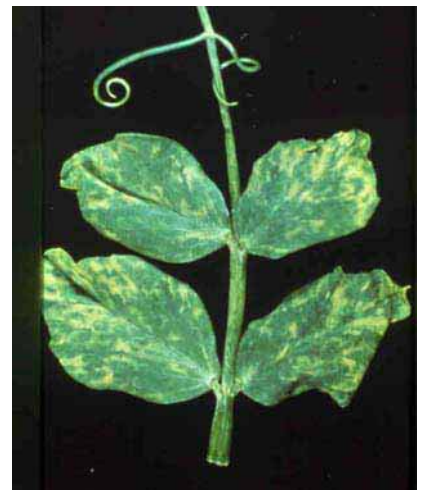
Gambar 5.28
Tanaman mentimun mati mendadak akibat serangan penyakit layu bakteri Erwinia tracheiphila

Bakteri Pseudomonas solanacearum Smith. juga dapat menyebabkan layu bakteri pada akar tanaman cabai **(Gambar 5.29a).** Mula-mula tanaman terlihat layu seperti kekurangan air, terutama pada daun-daun muda tak lama kemudian tanaman menjadi layu keseluruhannya dan mati. Bila pada pangkal batang dipotong akan terlihat pembuluh kayunya berwarna coklat. Bila bagian yang paling dekat dengan perakaran (pangkal batang) dipotong miring kemudian dimasukkan ke dalam gelas berisi air jernih, maka tak lama kemudian akan keluar cairan (lendir) yang berwarna putih yang merupakan massa bakteri. Kerusakan tanaman Anthurium karena busuk akar juga disebabkan oleh bakteri **(Gambar 5.29b, c).**

Sumber: www. indonesiachili.com; www.duniaflora.com.

(a) (b) (c)

Gambar 5.29
Layu bakteri pada perakaran tanaman cabai (a) dan busuk akar pada tanaman Anthurium (b dan c)

Virus juga dapat menyebabkan penyakit pada tumbuhan. Tanaman di kebun yang terinfeksi virus dapat menyebabkan bercak-bercak kecil berwarna kuning pada daunnya. Bahkan bercak-bercak kuning dapat menjadi gelap karena kematian jaringan seperti yang menyerang tanaman kacang **(Gambar 5.30)**. Virus dapat menyebabkan pertumbuhan tumor pada daun. Daun tersebut menjadi tidak berbentuk. Virus tumbuhan tidak dapat menginfeksi hewan, sehingga kamu tidak perlu khawatir bila menyentuh daun tersebut.

Sumber: www1.agric.gov.ab.ca

Gambar 5.30
Penyakit akibat virus pada tanaman kacang

(a)

(b)

Sumber: Pracaya, 2007)

Gambar 5.31
(a) Akibat serangan cendawan Erysiphe chichoracearum De Cand pada semangka. Cendawan ini selain menyerang tanaman Cucurbitaceae juga mangga dan tembakau; (b) Penyakit busuk akar pada tanaman kacang tanah.

(a)

(b)

Sumber: www.scienceclarified.com;

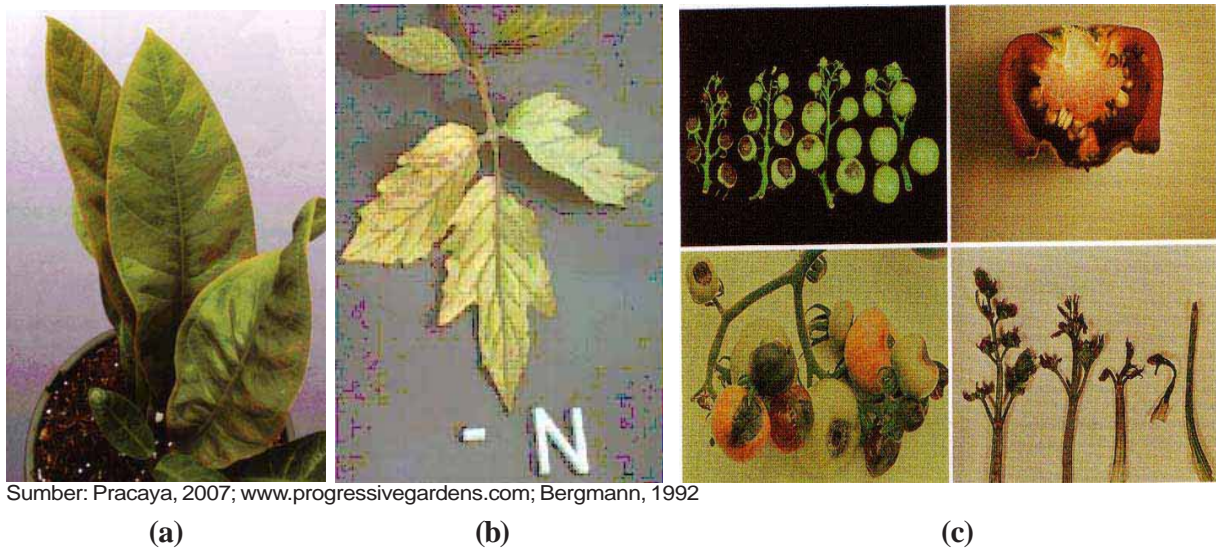
Gambar 5.32
Kerugian petani jagung diakibatkan (a) serangan jamur dan juga (b) ulat.

Jamur atau Cendawan

Sejumlah kerusakan pada tumbuhan disebabkan oleh jamur. Penyakit tumbuhan yang disebabkan oleh jamur cepat menyebar ke seluruh tanaman pertanian karena biasanya spora jamur disebarkan oleh angin. Jamur menginfeksi tumbuhan yang sehat biasanya dalam bentuk spora. Spora yang sudah masuk segera tumbuh dan akan menyerang jaringan xilem, sehingga mempengaruhi proses pengangkutan air dan dapat menyebabkan kematian bagi tumbuhan. Penyakit tepung pada tanaman Cucurbitaceae biasanya disebabkan oleh cendawan Erysiphe cichoracearum. Tanaman yang terserang menampakkan adanya lapisan putih bertepung pada permukaan daun dan batang muda. Selanjutnya daun atau batang tersebut berubah kekuningan dan akhirnya akan mati **(Gambar 5.31a).** Penyakit lain yang disebabkan oleh cendawan adalah busuk akar selain menyerang tanaman jeruk, cendawan Phytophthora juga menyerang kacang tanah **(Gambar 5.31b).** Untuk tanaman jagung, seringkali petani mengalami kerugian ketika panen akibat serangan jamur selain juga kehadiran ulat **(Gambar 5.32).**

Penyakit tanaman dapat dibagi menjadi dua golongan, yaitu penyakit parasit dan penyakit non-parasit atau penyakit fisiologis. Penyebab penyakit parasit sudah kita bahas sebelumnya yang diantaranya adalah bakteri, virus dan cendawan. Sedangkan penyakit non-parasit yaitu penyakit yang disebabkan oleh kekurangan atau kelebihan terhadap unsur hara (mineral), air, sinar matahari dan temperatur. Tanaman ini juga seperti manusia. Jika kekurangan makanan, tanaman akan kelaparan atau sakit. Pertumbuhan tanaman akan terhambat dan mungkin bisa menjadi kerdil atau mati.

Kamu sudah mengetahui bahwa unsur hara yang diperlukan oleh tanaman terdiri atas 16 unsur hara, yang terdiri atas unsur hara makro dan unsur hara mikro. Coba ingat kembali unsur apa saja yang termasuk hara makro dan yang termasuk hara mikro! Jika tanaman kekurangan salah satu dari unsur hara tersebut akan menyebabkan tanaman sakit. Contohnya jika tanaman kekurangan Mg akan menyebabkan klorosis pada tanaman yaitu tanaman menjadi pucat karena kekurangan klorofil. Hal tersebut diakibatkan Mg berfungsi dalam pembentukan klorofil. Jika tanaman

kekurangan N, tanaman akan menjadi kerdil, daun akan berwarna pucat kuning khususnya daun tua. Daun muda berwarna pucat juga dan berukuran kecil. Hal ini terjadi karena unsur N diperlukan untuk pembentukan protein termasuk untuk membentuk hormon tanaman. Pada tanaman tomat yang kekurangan unsur Ca buahnya akan mengalami bercak-bercak hitam yang sangat merugikan panen tomat bagi petani **(Gambar 5.33).**

Sumber: Pracaya, 2007; www.progressivegardens.com; Bergmann, 1992

(a) **(b)** **(c)**

Gambar 5.33
(a) Tanaman Anthurium kekurangan Mg, (b) daun tanaman tomat kekurangan N dan (c) buah tomat yang kekurangan Ca.

Serangga

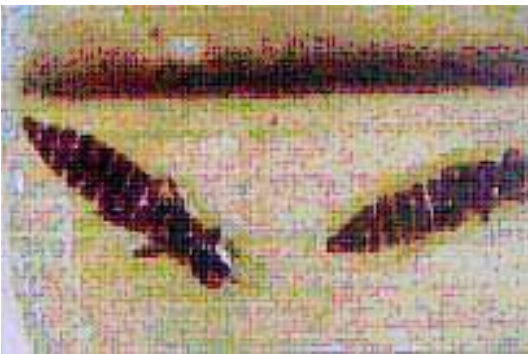
Pada umumnya serangga sangat membantu tumbuhan. Mereka memindahkan serbuk sari dari satu bunga ke bunga lain. Namun demikian terkadang serangga dapat mengakibatkan kerusakan pada tumbuhan. Khususnya bila serangga mengunjungi tumbuhan yang mengandung virus, bakteri serta jamur di dalam sel-selnya. Serangga tersebut dapat membawa atau mengambil mikroba tersebut saat makan jaringan tumbuhan. Bila serangga mengunjungi tumbuhan selanjutnya, ia dapat memindahkan mikroba yang merusak tersebut dari bagian mulutnya ke tumbuhan. Dengan demikian tumbuhan telah terinfeksi mikroba pembawa penyakit, dan penyakit segera berkembang dalam tubuh tumbuhan tersebut.

Serangga juga dapat menimbulkan kerusakan tumbuhan dan bahkan membunuh tumbuhan dengan memakan sebagian besar daun tumbuhan tersebut. Tumbuhan yang mengalami kerusakan sejumlah besar daunnya tidak akan mampu memasak makanan dalam jumlah cukup, akibatnya pertumbuhan tumbuhan terganggu yang bisa berakibat

Sumber: Purwanto, 2006

Gambar 5.34
Kutu putih yang ditemukan pada permukaan bawah daun Aglaonema.

kematian bagi tumbuhan tersebut. Serangga seringkali dijumpai sebagai hama pengganggu pada sebagian besar tumbuhan. Salah satunya adalah kutu putih **(Gambar 5.34).** Serangga ini mengeluarkan sejenis zat putih yang berlilin, berkapas putih yang menutupi keseluruhan badan lembut yang berwarna merah muda, menyebabkan ia kelihatan seperti debu putih. Dapat ditemukan di buku-buku batang atau di atas dan di bawah daun muda. Mereka menghisap sari tanaman, yang dapat membuat tanaman menjadi layu. Seperti kutu perisai, kutu putih ini juga mengeluarkan cairan manis seperti madu yang dapat mengundang semut. (Gambar **5.31a).** Penyakit lain yang disebabkan oleh cendawan adalah busuk akar selain menyerang tanaman jeruk, cendawan Phytophthora juga menyerang kacang tanah **(Gambar 5.31b).** Untuk tanaman jagung, seringkali petani mengalami kerugian ketika panen akibat serangan jamur

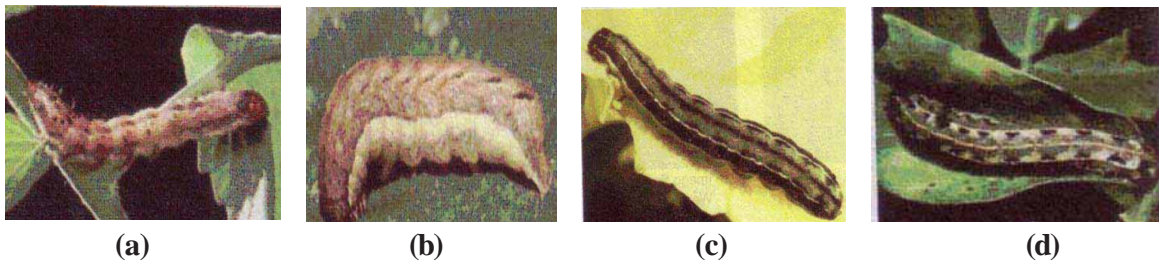
Serangga lain adalah thrips yang bentuknya sangat kecil (panjang 1 mm), menempel pada buku-buku batang, pada daun muda dan diatas putik bunga. Serangan hebat hama tersebut pada musim kemarau dengan memakan bagian dalam bunga atau putik bunga dengan mengorek sel pokok dan menghisap cairan makanan pada permukaan daun di mana daun yang telah diisap menjadi berwarna putih seperti perak karena udara masuk ke dalamnya dan cacat pada putik-putik bunga sehingga bunga tidak akan mekar dengan sempurna. Karena mudah berpindah dan dari cara makannya, serangga ini tidak hanya menjadi hama tetapi juga dapat menjadi penyebar virus **(Gambar 5.35).**

Sumber: www. ditlin.hortikultura.go.id

Gambar 5.35
Serangga thrips yang merupakan pemangsa segala jenis tanaman.

Sekarang ini lagi marak penanaman Anthurium sebagai tanaman hias. Sayangnya, ulat merupakan salah satu musuh yang menyebabkan daun-daun tanaman ini tidak lagi menjadi cantik **(Gambar 5.36).** Pada **Gambar 5.37** menunjukkan berbagai jenis ulat yang menjadi hama perusak berbagai tanaman. Selain itu juga dijumpai hama lalat buah yang biasanya menyerang buah-buah yang dihasilkan oleh tanaman budidaya, misalnya belimbing, jambu, melon, dan sebagainya. Hama lainnya pada tanaman adalah kutu aphid, belalang, bekicot, siput, ulat daun dll.

Sumber: Trubus, 2008; www.duniaflora.com.

Gambar 5.36
(a) Ulat yang menyerang tanaman Anthurium, (b,c) sehingga menyebabkan daun tidak lagi cantik

(a)
(b)
(c)
(d)

Sumber: Surachman dan Suryanto, 2007

Gambar 5.37
Berbagai jenis ulat tanah: (a) Helicoverpa sp. dan (b) Agrotis ipsilon, serta ulat bawang (c) Spodoptera exigua, (d) ulat grayak Spodoptera litura.

Intisari Subbab

1. Apa yang membedakan hama dan penyakit pada tumbuhan? Lengkapi dengan contoh.
2. Penyakit pada tumbuhan dibedakan atas 2 kelompok. Jelaskan perbedaan kedua kelompok tersebut.
3. Bagaimana serangga mampu mengurangi proses fotosintesis pada tumbuhan?
4. Jelaskan bagaimana cara jamur menginfeksi tubuh tumbuhan?
5. Jika tanaman hias yang ada di rumahmu sakit karena kekurangan unsur N, gejala-gejala apa saja yang akan ditunjukkan oleh tanaman tersebut?
6. Bagaimana cara untuk mengendalikan serangga hama pada kebunmu tanpa menyemprotkan pestisida?
7. Dua kerajaan organisme apa yang dapat menyebabkan kerusakan pada tumbuhan?

Rangkuman

A. Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan

1. Organ tumbuhan terdiri atas akar, batang dan daun.
2. Akar berfungsi untuk menyerap air dan mineral terlarut dari dalam tanah yang akar diangkut menuju daun oleh xilem.
3. Batang berfungsi untuk memberi bentuk tubuh dan menyalurkan air dan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tubuh tumbuhan.
4. Daun merupakan organ yang tipis, lebar berfungsi untuk menangkap sinar matahari untuk melangsungkan proses fotosintesis. Hasil fotosintesis akan diedarkan ke seluruh bagian tubuh melalui floem.
5. Tubuh tumbuhan tersusun atas tiga jenis sistem jaringan yaitu sistem jaringan dermal, sistem jaringan dasar dan sistem jaringan pengangkut.
6. Jaringan yang ada pada tumbuhan dapat dikelompokkan menjadi dua, yaitu jaringan sederhana dan jaringan kompleks.
7. Jaringan sederhana adalah jaringan yang disusun oleh satu jenis sel, contohnya adalah jaringan parenkim, kolenkim dan sklerenkim. Sedangkan jaringan kompleks adalah jaringan yang disusun atas berbagai jenis sel, contohnya xilem dan floem.

B. Proses Fisiologis pada Tumbuhan

1. Pergerakan zat-zat pada tumbuhan dapat berlangsung melalui proses difusi dan osmosis.
2. Air beserta mineral terlarut dapat diangkut menuju daun melalui pembuluh xilem. Kelebihan air akan diuapkan oleh tanaman melalui proses transpirasi. Pada kondisi tertentu pengeluaran air terjadi secara gutasi.
3. Tumbuhan hijau mampu melakukan fotosintesis yang merupakan proses pembentukan makanan dan dihasilkannya gula (makanan) dan oksigen yang diperlukan oleh seluruh makhluk hidup.
4. Respirasi merupakan proses pemecahan molekul besar menjadi molekul sederhana untuk menghasilkan energi.

C. Gerak Tumbuhan

1. Tumbuhan dapat melakukan gerakan sebagai upaya tanggap terhadap kondisi lingkungannya.
2. Gerak pada tumbuhan dikenal sebagai gerak tumbuh yang meliputi tropisme, nasti dan taksis.
3. Gerak tumbuhan digolongkan menjadi dua kategori besar berdasarkan hubungan antara arah gerakan dan arah dari mana rangsangan datang. Tropisme, jika arah gerakan ditentukan oleh arah asal rangsangan. Nasti, jika arah gerakan tidak ada hubungannya dengan arah rangsangan.
4. Yang berfungsi sebagai stimulus dalam gerak tumbuhan di antaranya adalah cahaya, air, gaya gravitasi, sentuhan, dan temperatur.
5. Beberapa gerak tropisme dikendalikan oleh hormon yang dihasilkan oleh tumbuhan.

D. Penyakit dan Hama Tumbuhan

1. Kerusakan tumbuhan dapat disebabkan oleh penyakit dan hama tumbuhan.
2. Penyakit adalah penyebab tanaman menjadi sakit. Tanaman dikatakan sakit jika ada perubahan seluruh atau sebagian organ-organ tanaman yang menyebabkan terganggunya kegiatan fisiologisnya, atau sakit adalah penyimpangan dari keadaan normal.
3. Penyebab penyakit pada tanaman dikelompokkan menjadi dua, yaitu penyakit parasit dan penyakit non-parasit. Penyakit parasit dapat diakibatkan oleh bakteri, virus, dan jamur, sementara penyakit non-parasit dapat diakibatkan karena kekurangan/kelebihan unsur hara atau air, serta karena tanaman mendapatkan stress lingkungan misalnya lingkungan yang terlalu panas atau terlalu dingin.
4. Hama adalah binatang perusak tanaman budidaya. Hama tumbuhan yang umum dijumpai dari kelompok serangga, ulat, siput, bekicot dll.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan tiap-tiap ungkapan berikut dengan istilah-istilah yang benar dari daftar Kata-kata Kunci IPA di atas (tidak semua kata kunci digunakan).

a. dermal
b. xilem
c. floem
d. sponsa
e. palisade
f. stoma
g. parenkim
h. difusi
i. osmosis
j. konsentrasi
k. transpirasi
l. gutasi
m. fotosintesis
n. respirasi
o. stimulus
p. gravitropisme
q. tropisme
r. nasti
s. penyakit
t. hama

1. pori kecil yang terdapat pada epidermis daun.
2. proses kehilangan uap air pada tumbuhan.
3. proses pengubahan air dan karbondioksida menjadi glukosa dan oksigen yang menggunakan energi sinar matahari.
4. jaringan yang berfungsi mengangkut air dan mineral terlarut dari akar ke daun.
5. respons tumbuhan terhadap gaya gravitasi bumi.
6. jaringan yang mengangkut hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tumbuhan.
7. gerak tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya stimulus/rangsang.
8. jaringan parenkim pada daun berbentuk seperti tiang yang mampu melakukan proses fotosintesis.
9. sistem jaringan yang berfungsi melindungi tanaman dari lingkungan luar.

10. bakteri, cendawan dan virus yang mampu menyebabkan kerusakan pada tumbuhan.
11. proses pemecahan molekul besar yang terjadi di mitokondria sehingga dihasilkan energi.
12. nilai yang menyatakan banyaknya partikel/zat dalam volume tertentu.

Menemukan Ide Pokok

Buatlah daftar nomor halaman yang memuat ide-ide pokok berikut. Selanjutnya jelaskan tiap-tiap ide pokok tersebut.

1. bagaimana kekurangan unsur hara dapat menyebabkan timbulnya penyakit pada tumbuhan.
2. bagaimana hama dapat menyebabkan kerugian bagi petani.
3. contoh-contoh yang termasuk gerak "tidur" pada tumbuhan
4. bagaimana proses pertugaran gas pada tumbuhan.
5. bahan dasar apa yang diubah menjadi gula di daun.
6. apa yang terjadi dengan gula dan oksigen hasil dari fotosintesis.
7. mengapa hewan tergantung pada tumbuhan.
8. gerak pada tanaman yang terjadi karena sentuhan.
9. bagaimana perbedaan difusi dan osmosis.
10. bagaimana penggolongan jaringanpada tumbuhan.
11. gambar yang menunjukkan ketiga sistem jaringan pembangun tubuh tanaman.
12. gerak pindah tempat pada tumbuhan.

Menggunakan Ide Pokok

Jawablah pertanyaan berikut dengan mengacu pada ide-ide pokok dalam bab ini.

1. Jenis mineral (unsur hara) apa saja yang dibutuhkan oleh tanaman?
2. Bagaimanakah bakteri dapat masuk pada tumbuhan dan menimbulkan penyakit?
3. Sebutkan empat macam gerak nasti pada tumbuhan!
4. Jaringan apa yang membentuk xilem dan floem?
5. Apa perbedaan susunan xilem dan floem antara tanaman herba dan tanaman berkayu?
6. Unsur apa saja yang diperlukan untuk menyusun glukosa dan klorofil?
7. Apa yang dihasilkan pada proses respirasi?
8. Mengapa tumbuhan di daerah kering menyimpan banyak air di dalam batangnya?
9. Mengapa pengangkutan air ke daun memiliki fungsi penting?
10. Mengapa tanaman yang kekurangan N menjadi kerdil?

Pemahaman Konsep

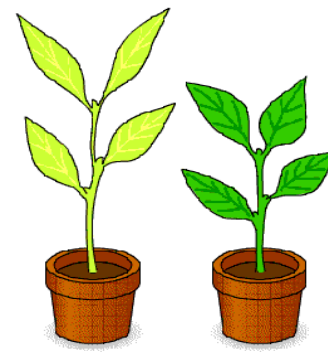
1. Gunakan kamus bahasa inggris untuk menemukan arti kata derm. Carilah dua kata yang menggunakan kata tersebut sebagai bagian dari kata yang disusunnya.
2. Sel-sel apa yang menyusun akar dan batang secara berturut-turut dari permukaan luar ke bagian dalam.

Berpikir Kritis

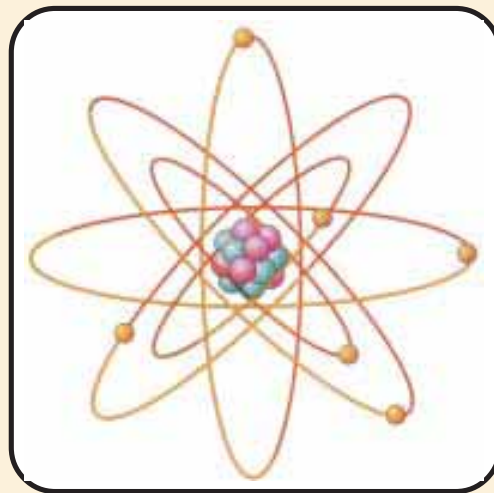
1. Jika tumbuhan memerlukan air untuk fotosintesis, bagaimana mungkin tumbuhan di gurun dapat membuat makanan selama musim kering?
2. Jelaskan mengapa jumlah manusia yang dapat hidup di bumi selalu terkait dengan tinggi rendahnya kecepatan fotosintesis pada tumbuhan.

Pengembangan Keterampilan

1. Kunjungilah pusat produksi sayur atau pasar induk sayur. Buatlah daftar organ tanaman apa yang dijual sebagai makanan.
2. Temukanlah bagian dari tumbuhan bawang dan kentang yang merupakan bagian akarnya.
3. Cari dan temukan nama-nama umum dari hormon yang ada pada tumbuhan. Kunjungilah toko pertanian terdekat untuk membantu mencari nama-nama hormon tersebut.
4. Cobalah pelajarilah contoh peta konsep di awal bab ini. Berdasarkan contoh, buatlah peta konsep yang menggambarkan jenis unsur hara yang diperlukan oleh tumbuhan.
5. Kecambahkan sepuluh butir biji kacang hijau di atas kertas tissue yang basah. Lakukan percobaan untuk menemukan pengaruh dari rangsangan yang berbeda pada pertumbuhan akar dan pucuk tumbuhan. Selama lima hari, ukurlah tinggi kecambah kacang hijau yang kamu tanam tersebut.
6. Berdasarkan data pada no 3, informasi apa yang kamu peroleh?
7. Berdasarkan gambar di bawah ini, menurut kamu mana dari kedua tanaman ini yang sakit? Berikan alasan jawaban kamu.

Sumber: http://www.bbc.co.uk

BAB 6 Partikel-Partikel Materi

A. Atom, Molekul, dan Ion

B. Peranan Ion dalam Kehidupan

Peta Konsep

Peta Konsep Partikel-partikel Materi

Peta Konsep Atom

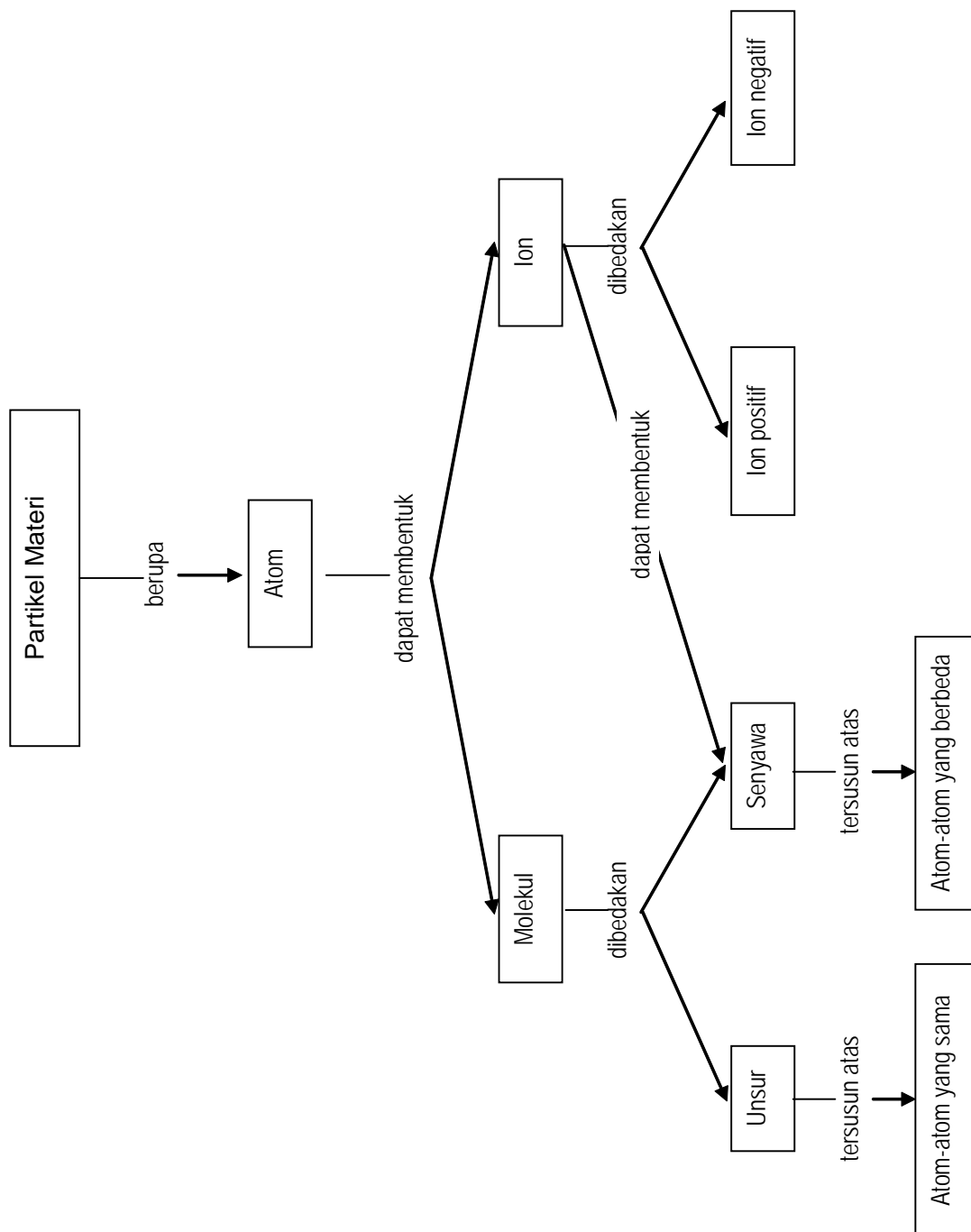
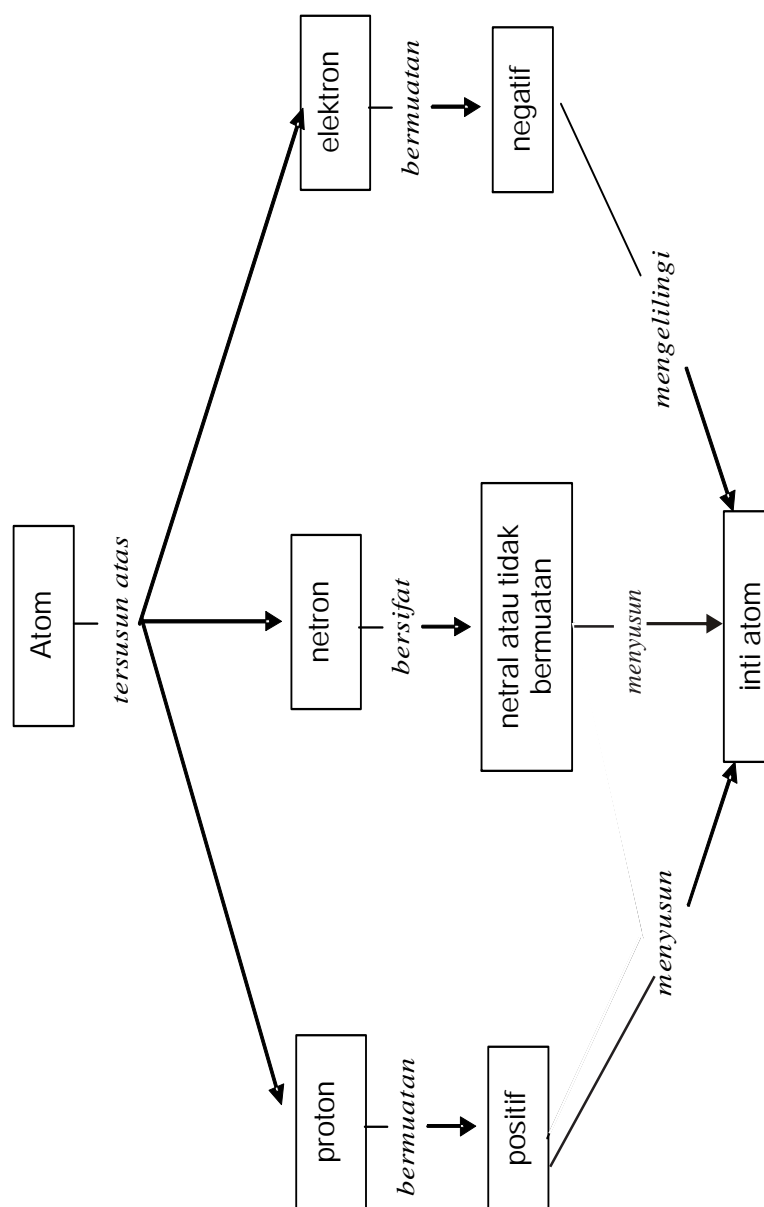
Atom — *tersusun atas* → proton, netron, elektron

proton — *bermuatan* → positif

netron — *bersifat* → netral atau tidak bermuatan

elektron — *bermuatan* → negatif

positif — *menyusun* → inti atom

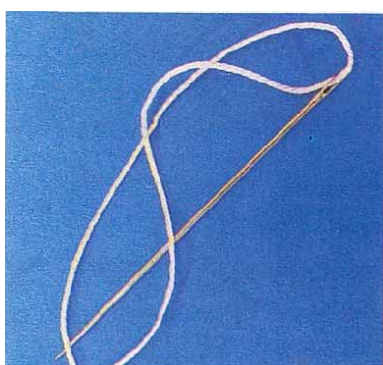
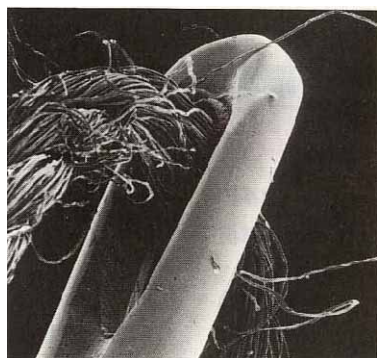
netral atau tidak bermuatan — *menyusun* → inti atom

negatif — *mengelilingi* → inti atom

BAB 6

Partikel-Partikel Materi

Pernahkah kamu perhatikan benda-benda yang ada dalam kamar belajarmu? Mungkin anda menjawab, “ada meja, kursi, buku-buku pelajaran, pensil, dan lain-lainnya”. Kalau pertanyaan itu dilanjutkan, terdiri atas apakah semua barang-barang itu, pensil misalnya? Kamu pun mungkin akan menjawabnya, “pensil terdiri atas kayu dan mata pensil”. Tetapi terdiri atas apakah kayu dan mata pensil itu? Dengan agak ragu-ragu mungkin akan kamu jawab, “wah, saya tidak bisa melihatnya, soalnya ukurannya sangat kecil”.

Semua materi yang ada di sekeliling kita tersusun dari bagian yang sangat kecil yang disebut partikel. Pensil dan buku yang kamu pegang, kursi dan meja yang kamu gunakan, juga rambut kamu semuanya tersusun dari partikel. Partikel ini berukuran sangat kecil, sehingga tidak memungkinkan bagi kita memegangnya juga untuk melihatnya secara langsung. Meskipun demikian, dengan menggunakan mikroskop elektron kamu dapat melihat kumpulan partikel ini. Gambar 6.1 memperlihatkan gambar jarum dan benangnya menggunakan mikroskop elektron.

Gambar 6.1.a adalah gambar jarum yang biasa kamu lihat. Jika dilihat dengan menggunakan mikroskop elektron dengan pembesaran 130 kali kamu akan lihat **Gambar 6.1.b**. Nampak bahwa sebenarnya permukaan jarum dan benang tidak sehalus yang kita lihat dengan mata secara langsung. Dengan pembesaran 60.000 kali kamu akan lihat **Gambar 6.1.c** yang memperlihatkan bagaimana jarum tersusun dari kumpulan partikel.

Sekolah kamu tentu saja belum memiliki mikroskop elektron. Tetapi kamu tidak perlu berkecil hati, kamu tetap dapat membuktikan keberadaan partikel penyusun materi dengan cara lain seperti yang akan kamu pelajari dalam bagian berikut.

a

b

c

Gambar 6.1.
Gambar Jarum dan Benang

Kegiatan Penyelidikan

Mengamati Gula Pasir

Jika sejumlah kecil gula pasir kamu amati, maka akan kamu dapatkan bahwa gula itu tersusun dari butiran-butiran yang sangat kecil. Sekarang cobalah kamu lakukan penyelidikan menggunakan gula pasir berikut ini.

Apa yang kamu perlukan?

Gula Pasir
Gelas

Apa yang harus kamu lakukan?

Masukkan gula pasir ke dalam gelas hingga penuh. Kemudian pandanglah gula pasir tersebut dari jarak dekat hingga kamu dapat melihat butirannya dengan jelas sampai jarak tertentu hingga kamu hanya melihat padatan putih saja.

Pertanyaan

1. Mengapa kita tidak bisa melihat keberadaan ruang kosong antar butiran gula pasir dari jarak jauh?
2. Apa yang dapat kamu amati selama kamu melihat gula dari jarak dekat sampai hanya butiran putih saja yang kamu lihat?

Penyelidikan Lain

Siapkanlah selembar kertas putih. Buatlah titik-titik kecil dengan spidol hitam dengan jarakantar sesamanya 1 mm dan tersebar pada luas sekitar 5 x 5 cm^2. Buatlah titik-titik tersebut mengikuti suatu pola yang sama. Tempelkan kertas tersebut pada papan tulis dan pandanglah gambar titik-titik tersebut dari jarak dekat hingga kamu dapat melihat titik-titiknya dengan jelas dan sampai jarak tertentu hingga kamu hanya melihat warna kelabu saja.

Apa yang dapat kamu simpulkan dari kedua percobaan tersebut? Dari jarak dekat kamu masih dapat mengamati ruang antar butiran gula pasir dan gambar titik-titik. Dengan semakin jauhnya jarak pandang sementara kemampuan mata kita untuk melihat terbatas, maka kerberadaan ruang kosong antar butiran gula atau antar titik-titik semakin tidak teramati. Dari jarak jauh, yang kita lihat hanyalahwarna putih pada butiran gula dan warna kelabu pada gambar titik-titik.

Dengan memperhatikan apa yang sudah kamu laklukan dengan gula pasir dan gambar titik-titik, dapatkah kamu membayangkan bahwa sebenarnya semua materi yang kita lihat dalam kehidupan kita sehari-harisebenarnya merupakan kumpulan dari partikel-partikel yang sangat kecil? Ukuran partikel dan jarak antar partikel tersebut sangatlah kecil, sehingga kita tidak bisa melihat secara langsung keberadaan partikel dan ruang antar partikel tersebut. Partikel terkecil penyusun materi ini dapat berupa atom, molekul, atau ion.

A Molekul, Atom dan Ion

Kata-kata IPA
Atom
Elektron
Proton
Netron
Molekul
Ion

Lab Mini 6.1

Apa yang harus kamu lakukan?

Ambilah seperempat sendok pewarna, perhatikan ukuran butirannya. Masukkan perlahan butiran pewarna tersebut kedalam gelas yang telah diisi air. Amati dengan seksama apa yang terjadi.

Pertanyaan

Menurut pendapatmu, apakah yang terjadi dengan ukuran butiran pewarna setelah tercampur dengan air?

Molekul

Jika kamu mengamati sejumlah kecil pewarna makanan, maka akan kamu dapatkan bahwa pewarna itu tersusun dari butiran-butiran yang sangat kecil. Jika butiran pewarna itu kamu masukkan perlahan ke dalam gelas berisi air, apakah yang akan terjadi? Untuk mengetahuinya lakukan **Lab Mini 6.1**.

Sekarang kamu perhatikan percobaan menggunakan gula berikut ini! Gula tersusun dari partikel-partikel kecil yang menyebabkan rasa manis. Setelah gula tersebut masuk ke dalam air, maka gula akan larut dan partikel-partikel penyusunnya akan menyebar diantara partikel-partikel air. Karena kecilnya partikel-partikel ini tidak dapat disaring, bahkan tidak dapat dilihat langsung oleh mata kita. Meskipun berubah menjadi partikel dengan ukuran sangat kecil, rasa manis tidak hilang. Partikel terkecil gula yang masih memiliki sifat gula tersebut disebut molekul gula.

Molekul merupakan partikel terkecil dari suatu zat yang masih memiliki sifat-sifat zat tersebut. Molekul tersusun dari dua atom atau lebih. Molekul dapat tersusun dari atom-atom yang berbeda, tetapi dapat pula tersusun dari atom-atom yang sama. Molekul yang tersusun dari atom-atom yang berbeda dinamakan molekul senyawa, misalnya molekul air (H_2O) dan molekul karbondioksida (CO_2). Tiap satu molekul air tersusun dari satu atom oksigen dan dua atom hidrogen, setiap satu molekul karbondioksida mengandung satu atom karbon dan dua atom oksigen (**Gambar 6.2.**)

Molekul yang tersusun dari atom yang sama dinamakan molekul unsur, misalnya hidrogen (H_2), oksigen (O_2), nitrogen (N_2), dan klorin (Cl_2) . Tiap satu molekul oksigen tersusun dari dua atom oksigen. **Gambar 6.3.** menunjukkan beberapa molekul unsur.

Atom

Sebelumnya kamu telah mempelajari bahwa sebenarnya semua materi yang kita lihat dalam kehidupan kita sehari-hari sebenarnya merupakan kumpulan dari partikel-partikel yang sangat kecil. Dapatkah kamu membayangkan apakah yang sebenarnya terjadi jika sepotong besi dibentuk menjadi pisau, parang, dan peralatan lainnya? Seorang "pandai besi" tentu akan memanaskannya terlebih dahulu.

Gambar 6.2.
Contoh molekul senyawa

Agar mudah dibentuk, partikel penyusun unsur besi yang teratur susunannya dalam wujud padat haruslah dipanaskan terlebih dahulu agar partikel-partikel tersebut menjadi relatif tidak beraturan dan ikatan antar sesamanya lemah sehingga tiappartikel bisa berpindah tempat. Dalam keadaan demikian maka besi menjadi lebih mudah dibentuk menjadi sesuatu yang diinginkan.

Gambar 6.3
Contoh molekul unsur.

Disebut apakah partikel terkecil penyusun unsur besi? Partikel terkecil tersebut dinamakan atom besi. Jadi unsur besi tersusun dari atom besi. Unsur lain, misalnya emas, juga tersusun dari atom-atom emas. Atom penyusun emas mempunyai sifat yang berbeda dengan atom penyusun besi. Demikian pula untuk unsur-unsur lainnya seperti karbon dan silikon. **Gambar 6.4.** menunjukkan kumpulan atom-atom.

Gambar 6.4
Sebatang besi tersusun dari kumpulan atom-atom besi

Gambar 6.5.
Permukaan kristal nikel. Tonjolan-tonjolan yang tampak pada gambar diyakini merupakan atom-atom dari unsur nikel.

Atom-atom berukuran sangat kecil. Setiap atom mempunyai diameter sekitar 0,1 nanometer atau 0,1 x 10^{-9} meter. Sangat kecil bukan? Jumlah atom yang terdapat pada kepala jarum adalah sekitar 1.000.000.000.000.000 atau 10^{15} atom. Begitu banyak. Kita tidak dapat melihat secara langsung atom-atom ini, tetapi dengan mikroskop elektron, maka gambaran kasar atom-atom ini dapat dilihat.

Sejak zaman Yunani kuno, para filosof telah memikirkan bagaimana materi itu tersusun. Pemikiran mereka bertolak dari pembelahan materi. Jika suatu materi dipecah menjadi butiran kecil, dan butiran itu dipecah lagi menjadi semakin halus, maka jika materi itu dibelah terus menerus, apakah yang terjadi? Menurut ahli filsafat Yunani Leukippos dan Deumokritus yang hidup pada abad ke-4 sebelum Masehi (400 – 370 SM) pembelahan materi bersifat tidak sinambung, artinya pembelahan akan berakhir pada partikel terkecil yang tidak dapat dibelah lagi. Partikel terkecil yang tak dapat dibelah lagi ini disebut atom, dari istilah atomos yang artinya tak dapat dibelah.

Pada masa itu terdapat pendapat lain yang dikemukakan oleh Aristoteles (384 – 332 SM) yaitu bahwa pembelahan materi bersifat sinambung, artinya materi dapat dibagi terus-menerus tanpa batas. Pada saat itu pendapat Aristoteles lebih banyak mendapat dukungan sedangkan pendapat Leukippos dan Deumokritus semakin dilupakan.

Pada abad ke-18 ternyata banyak ahli kimia yang dapat menerima pendapat Leukippos dan Deumokritus. Pada tahun 1803, John Dalton, seorang guru sekolah dari Inggris yang ahli dalam bidang fisika dan kimia, mengajukan suatu teori yang menyatakan bahwa materi terdiri atas atom-atom. Teori atom Dalton ini dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Setiap materi tersusun atas partikel terkecil yang disebut atom.
2. Atom tidak dapat dipecah lagi menjadi partikel yang lebih kecil dengan sifat yang sama.
3. Atom-atom dari unsur tertentu mempunyai sifat dan massa yang identik. Unsur- unsur yang berbeda memiliki atom-atom yang massanya berbeda.
4. Senyawa terbentuk dari dua macam atom atau lebih yang berbeda.
5. Reaksi kimia merupakan penggabungan dan pemisahan atom-atom dari unsur atau senyawa dalam reaksi tersebut.

Gambar 6.6
John Dalton

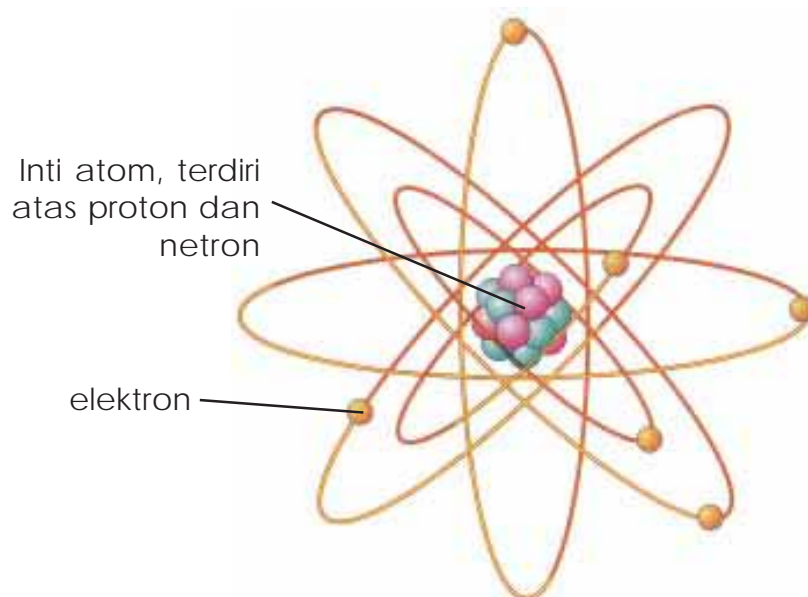
Struktur atom

Pada perkembangan selanjutnya, ditemukan beberapa fakta yang tidak dapat dijelaskan oleh teori atom Dalton, antara lain:

1. Tidak dapat menjelaskan sifat listrik materi.
2. Tidak dapat menjelaskan daya gabung atom-atom.

Misalnya, mengapa satu atom oksigen dapat bergabung dengan dua atom hidrogen membentuk air.

Menurut hasil eksperimen Rutherford, di dalam atom masih terdapat partikel-partikel yang lebih kecil. Atom mempunyai inti yang bermuatan positif, dikelilingi elektron yang bermuatan negatif. Ada dua jenis partikel yang terdapat pada inti atom, yaitu proton dan netron.

Massa sebuah proton kurang lebih sama dengan massa satu netron. Massa elektron kurang lebih 1/2000 masa sebuah proton. Massa elektron tersebut sedemikian kecil sehingga massa itu dapat diabaikan pada saat menghitung massa sebuah atom.

Gambar 6.7
Bagian-bagian sebuah atom

Netron adalah netral, artinya netron tidak mempunyai muatan. Proton mempunyai muatan positif. Besar muatan positif pada proton sama dengan besar muatan negatif pada sebuah elektron. **Tabel 6.1** mengikhtisarkan informasi tersebut. Meskipun atom tersusun dari partikel-partikel lebih kecil, akan tetapi partikel tersebut tidak memiliki sifat seperti unsur yang dibentuknya. Sehingga para ilmuwan masih mengganggap atom sebagai pembentuk bangun dasar zat atau benda.

Tabel 6.1. Awalan satuan SI

Perbandingan partikel-partikel dalam sebuah atom			
Partikel	Massa relatif	Muatan	Letak di dalam atom
Proton	1	1+	Bagian inti atom
Netron	1	tidak bermuatan	bagian inti atom
Elektron	0	1-	Bergerak mengelilingi inti atom

Ion

Pada bagian sebelumnya kamu telah pelajari bahwa jika pewarna dilarutkan dalam air maka senyawa tersebut akan terurai menjadi molekul-molekulnya. Tidak semua senyawa tersusun atas molekul, beberapa senyawa ternyata tersusun atas ion-ion. Ion adalah suatu atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik.

Ion dari atom terbentuk ketika suatu atom melepas atau menerima elektron. Jika atom menerima elektron, maka akan berubah menjadi ion negatif (anion). Sebaliknya jika atom melepaskan elektron, maka akan berubah menjadi ion positif (kation). **Tabel 6.2** menyajikan contoh atom dan ion.

Gambar 6.8
Jika natrium klorida dilarutkan dalam air akan terurai menjadi ion positif (ion natrium) dan ion negatif (ion klorida)

Tabel 6.2. Contoh Ion

Nama atom	Lambang atom	Lambang ion
Natrium	Na	Na^{+}
Kalium	K	K^{+}
Magnesium	Mg	Mg^{2+}
Calsium	Ca	Ca^{2+}
Aluminium	Al	Al^{3+}
Klorida	Cl	Cl^{-}
Sulfur	S	S^{2-}
Oksigen	O	O^{2-}

Suatu senyawa yang terusun dari ion-ion dinamakan senyawa ion. Jika garam dapur dilarutkan dalam air, maka akan terurai menjadi ion positif dan ion negatif **(Gambar 6.8) .** Garam dapur merupakan contoh senyawa ion.

Intisari Subbab

1. Jelaskan pengertian atom, molekul, dan ion
2. Jelaskan pendapat Dalton tentang atom
3. Sebutkan beberapa zat yang dapat menghasilkan ion-ion ketika dilarutkan dalam air.

B Peranan Ion dalam Kehidupan

Kata-kata IPA

Dehidrasi
Rehidrasi
Isotonik

Kehidupan manusia tidak dapat terlepas dari adanya ion-ion. Ketika seseoran sakit diare, akan banyak kehilangan cairan tubuh, cairan tubuh tersebut harus segera digantikan dengan minum oralit. Ketika seseorang kehausan, maka disarankan minum minuman isotonik. Aki dapat menghantarkan listrik karena didalamnya terdapat ion-ion yang terlarut didalamnya.

Diare merupakan suatu penyakit yang ditandai dengan meningkatnya frekuensi buang air besar lebih dari tiga kali sehari disertai adanya perubahan bentuk dan konsistensi tinja penderita. Bahaya utama diare adalah kematian yang disebabkan karena tubuh banyak kehilangan air dan garam yang terlarut yang disebut dehidrasi.

Dehidrasi yang terjadi pada penderita diare karena usus bekerja tidak sempurna sehingga sebagian besar air dan zat-zat yang terlarut didalamnya dibuang bersama tinja sampai akhirnya tubuh kekurangan cairan. Bahaya diare terletak pada dehidrasi. Oleh karena itu penanggulangannya dilakukan dengan cara mencegah timbulnya dehidrasi dan rehidrasi intensif bila telah terjadi dehidrasi. Rehidrasi adalah upaya menggantikan cairan tubuh yang keluar bersama tinja dengan cairan yang memadai melalui minum.

Gambar 6.9
Oralit mengandung Natrium Klorida, Kalium Klorida, Glukosa dan Natrium Bikarbonat atau Natrium Sitrat

Minuman pengganti cairan tubuh tersebut dapat diperoleh dengan minum larutan oralit. Oralit mempunyai komposisi campuran Natrium Klorida, Kalium Klorida, Glukosa dan Natrium Bikarbonat atau Natrium Sitrat. **Gambar 6.9** merupakan contoh oralit yang beredar di pasaran. Kamu dapat memperhatikan komposisi penyusun oralit yang tertera di bungkusnya.

Gambar 6.10
Minuman isotonik mengandung ion-ion pengganti cairan tubuh yang hilang.

Selain oralit, rehidrasi dapat dilakukan dengan minum minuman isotonik. Minuman isotonik merupakan minuman yang didalamnya terkandung ion-ion seperti yang terdapat dalam cairan tubuh manusia. Pada minuman isotonik mengandung ion positif Na^{+}, K^{+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} dan ion negatif Cl^{-}, sitrat $^{3-}$, laktat^{-}. **Gambar 6.10** menunjukan komposisi minuman isotonik yang beredar di pasaran.

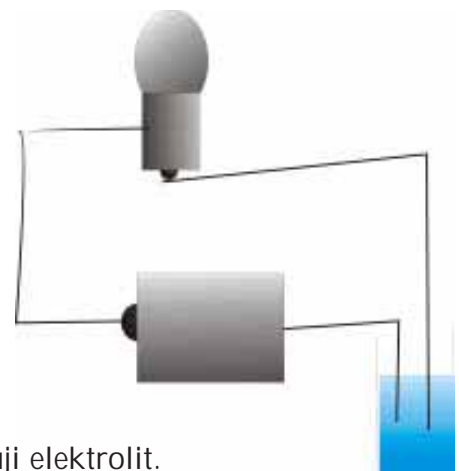
Ion-ion juga terdapat di larutan pengisi aki. Dalam aki terdapat larutan asam sulfat yang terurai menjadi ion hidrogen (H^+) dan ion sulfat (SO_4^{2-}). Ion-ion inilah yang bereaksi dengan elektroda aki sehingga menghasilkan listrik.

Apakah air sungai, air sumur, air hujan mengandung ion?. Keberadaan ion dalam air dapat diketahui dengan alat uji elektrolit. Lakukan **kegiatan 6.1** untuk menguji keberadaan ion-ion dalam air. Adanya ion dalam air ditandai dengan menguji apakah air tersebut dapat menghantarkan arus listrik, yang ditandai oleh nyala lampu. Jika lampu menyala dan terdapat gelembung gas pada elektroda, maka air tersebut mengandung ion.

Menguji adanya ion dalam larutan

Ion adalah suatu atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik. Keberadaan ion dalam larutan akan mengakibatkan larutan tersebut bersifat elektrolit. Larutan elektrolit adalah larutan yang dapat menghantarkan listrik. Keberadaan ion dalam larutan dapat diketahui dengan alat uji elektrolit.

Apa yang kamu perlukan?

- Baterai 1,5 volt
- Kabel
- Lampu kecil 1,5 watt
- Gelas
- Gula
- Garam dapur
- Air
- Cuka

Apa yang harus kamu lakukan?

1. Rangkaikan baterai, kabel dan lampu menjadi alat uji elektrolit.
2. Siapkan 4 gelas, beri label A, B, C, dan D.
3. Isi keempat gelas tersebut dengan air sebanyak setengah tinggi gelas.
4. Masukkan satu sendok gula ke dalam gelas A, aduk hingga larut.
5. Masukkan satu sendok garam dapur ke dalam gelas B, aduk hingga larut.
6. Masukkan satu sendok cuka pasar ke dalam gelas C, aduk.
7. Ujilah daya hantar listrik keempat isi gelas tersebut.
8. Amati nyala lampu yang dihasilkan.

Hasil Pengamatan

Tuliskan hasil pengamatan pada tabel berikut:

No	Gelas	Isi	Nyala lampu			Gelembung	
			Terang	Redup	Tidak	Ada	Tdk ada
1. 2. 3. 4.	A B C D						

Kesimpulan dan Analisis

1. Larutan manakah yang mengandung ion?
2. Larutan manakah yang tidak mengandung ion?
3. Jelaskan hubungan antara jumlah ion dengan nyala lampu. Jelaskan.

Intisari Subbab

1. Apa yang harus dilakukan ketika seseorang kehilangan banyak cairan tubuh?
2. Ion-ion apa yang terdapat dalam cairan tubuh manusia?
3. Bagaimana cara mengetahui adanya ion dalam air?

Bina Keterampilan

Menguji hipotesis

Berdasarkan jawabanmu pada soal nomor 3 di atas, ujilah jawabanmu tersebut dengan melakukan eksperimen.Tuliskan peralatan yang kamu perlukan, langkah kerjanya, dan kemudian lakukan eksperimennya.

Rangkuman

Atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat unsur tersebut. Atom tersusun dari inti atom dan elektron. Inti atom tersusun dari proton dan netron. Molekul adalah bagian terkecil dari suatu zat yang masih memiliki sifat zat tersebut. Ion adalah atom atau gugusan atom yang bermuatan listrik.

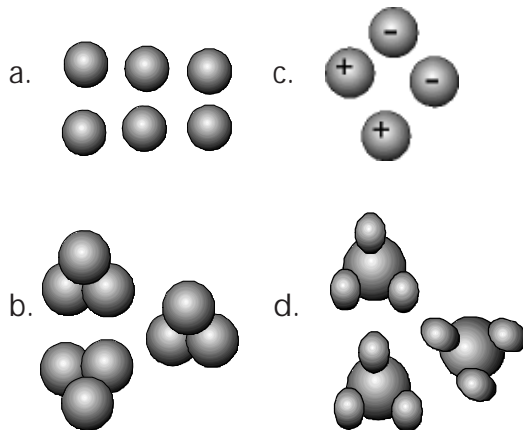
Evaluasi

Pengecekan Konsep

1. Pernyataan yang kurang tepat adalah....
   a. atom adalah bagian terkecil dari suatu unsur
   b. ion adalah atom atau kumpulan atom yang bermuatan listrik
   c. molekul adalah bagian terkecil dari zat
   d. molekul senyawa tersusun dari atom-atom sejenis
2. Model berikut merupakan model dari...
   a. atom
   b. molekul senyawa
   c. molekul unsur
   d. ion
3. Partikel yang bermuatan listrik adalah...
   a. atom dan ion
   b. hanya ion
   c. molekul dan ion
   d. hanya atom
4. Partikel dasar dari suatu senyawa adalah....
   a. unsur
   b. atom
   c. molekul
   d. ion
5. Senyawa ionik jika dilarutkan dalam air akan terurai menjadi...
   a. atom dan molekul
   b. kation dan anion
   c. atom dan anion
   d. unsur dan senyawa.
6. Inti atom tersusun dari...
   proton dan elektron
   proton dan netron
   proton dan elektron
   d. netron dan elektron

Pemahaman Konsep

7. Jelaskan apa yang dimaksud dengan:
   a. atom
   b. molekul unsur
   c. molekul senyawa
   d. ion
8. Jelaskan perbedaan antara molekul unsur dan molekul senyawa.

9. Tentukan apakah model berikut termasuk atom, molekul unsur, molekul senyawa atau ion.

Berpikir Kritis

10. Apakah air sumur mengandung ion? Bagaimana cara mengetahuinya?
11. Jelaskan mengapa peredaran planet-planet di tata surya merupakan sebuah model atom?

Pengembangan Keterampilan

12. Buatlah sebuah peta konsep untuk bagian-bagian dari sebuah atom. Masukkan istilah-istilah berikut ini: elektron, proton, netron, inti atom, bermuatan positif, bermuatan negatif, tidak bermuatan.

Penilaian Kinerja

13. **Merakit:** Buatlah rangkaian alat uji elektrolit, kemudian ujilah larutan yang ada disekitarmu.
14. **Membaca Label:** Bacalah label pada kemasan minuman isotonik. Catatlah kandungan ion yang terkandung dalam minuman tersebut.
15. **Poster:** Buatlah sebuah poster yang berisi informasi (berupa ilustrasi atau bagan) tentang bagian-bagian atom. Kamu dapat menggunakan tata surya sebagai contoh model postermu.
16. **Menjelaskan dengan kata-kata IPA:** Perhatikan gambar di bawah ini. Selanjutnya, berilah penjelasan apa yang dikandung benda tersebut, dengan memasukkan istilah-istilah atom, inti, elektron, unsur, senyawa, dan ion.

BAB 7

Bahan Kimia dalam Keseharian

A. Bahan Kimia di Rumah Tangga

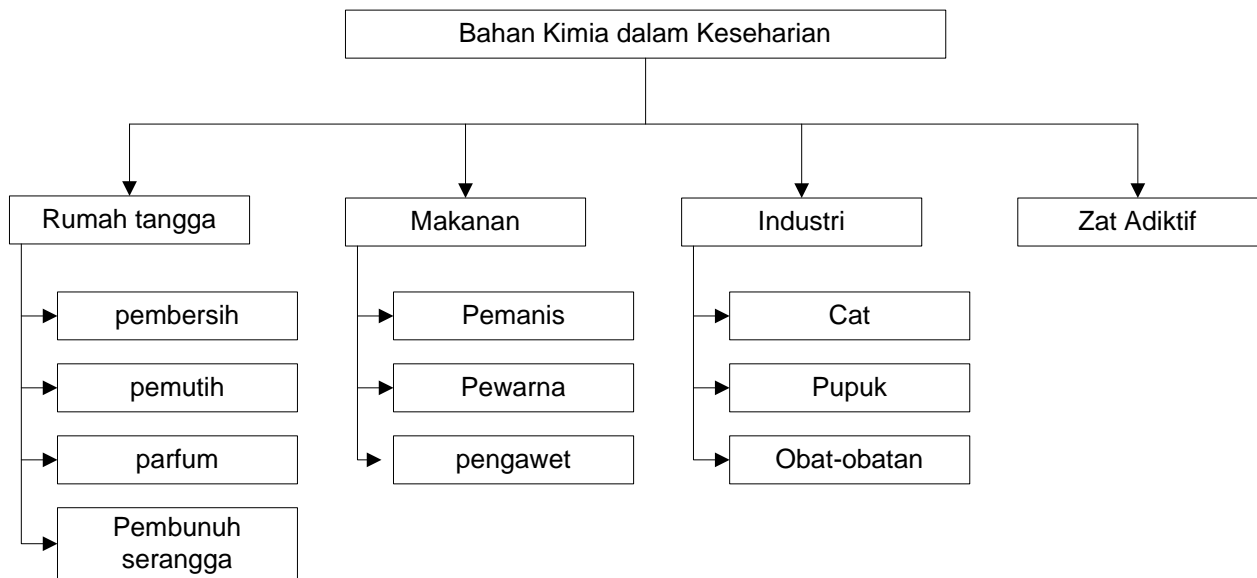
B. Bahan Kimia dalam Bahan Makanan

C. Bahan Kimia di Bidang Industri, Pertanian, dan Kesehatan

D. Zat Adiktif dan Psikotropika

Peta Konsep Bahan Kimia dalam Keseharian

BAB 7

Bahan Kimia dalam Keseharian

Perasaan takut seringkali timbul pada masyarakat ketika disebut kata-kata bahan kimia. Dengan memahami sifat, kegunaan, dan efek samping dari bahan-bahan kimia yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari akan merubah perasaan takut terhadap bahan kimia menjadi sikap dan tindakan hati-hati serta bijaksana dalam menggunakan bahan kimia. Interaksi bahan kimia dengan manusia dan lingkungan memang tidak dapat dihindari.

Kegiatan Penyelidikan

Mengidentifikasi Manfaat dan Efek Samping

Cobalah kamu amati bahan-bahan kimia apa saja yang ada di sekelilingmu. Golongkanlah semua bahan kimia itu dalam tiga golongan besar yakni bahan kimia rumah tangga (pembersih, pemutih, pewangi, dan pembasmi serangga), bahan kimia dalam bahan makanan (pewarna, pemanis, pengawet, dan penyedap), serta bahan kimia di bidang industri, pertanian, dan kesehatan (termasuk zat adiktif dan psikotropika). Dapatkah kamu mengidentifikasi kegunaan dan efek samping dari semua bahan kimia tersebut? Pada bab ini kamu diajak untuk mempelajari kegunaan dan efek samping semua bahan kimia yang ada dalam kehidupan keseharian kamu.

Jurnal IPA

Di dalam Jurnal IPA-mu, tuliskan hasil identifikasimu tentang kegunaan dan efek samping dari semua bahan kimia tersebut.

Bahan Kimia di Rumah Tangga

Bahan Kimia Pembersih

Kata-kata IPA
Surfaktan
Fragrance
Desinfektan

Ketika tangan atau baju kalian terkena kotoran berupa minyak atau bahan lain dapatkah kalian menghilangkannya dengan cara menggosok-gosok dan membilas dengan air? Usaha kalian tidak akan memberikan hasil yang memuaskan, kalian tidak akan berhasil menghilangkan minyak yang menempel di tangan atau di baju. Pencucian dengan air saja, bahkan dengan penggosokan atau putaran mesin sekeras apapun, maka akan menghilangkan sebagian saja bercak dan kotoran, karena kotoran tadi tidak larut dalam air. Air juga tidak memiliki kemampuan menahan kotoran yang telah lepas dari kain agar tetap berada di air (tersuspensi) dan tidak menempel lagi ke kain. Oleh karena itu diperlukan bahan kimia yang dapat membantu melepas kotoran dari tempatnya menempel dan kemudian menahan agar kotoran yang telah terlepas tetap tersuspensi. Bahan kimia yang dapat membantu proses pencucian ini adalah sabun dan deterjen.

Bahan-bahan pembersih seperti sabun, deterjen, dan yang baru kamu tuliskan pada Kegiatan Penyelidikan memiliki kandungan kimia sebagaimana dicantumkan dalam **Tabel 7.1**.

Tabel 7.1. Kandungan Kimia Bahan Pembersih

No.	Bahan Pembersih	Kandungan kimia
1.	Sabun	Natrium palmilat, Natrium palm kernelate, Natrium palm stearat, air, gliserin, Natrium klorida, dan parfum.
2.	Deterjen	Alkil benzen Sulfonat, penguat, anti redeposisi, bahan pencemerlang dan pewangi.
3.	Sampo	Air, Natrium lauril eter sulfat, kokomidopropil betain dimetiko, glikol distearat, Natrium klorida, fragrans, dan karbomer.
4.	Pasta gigi	Natrium monoflouroposfat, kalsium gliseroposfat.

Bahan kimia penyusun bahan pembersih dibedakan atas bahan utama (bahan aktif) dan bahan tambahan (bahan aditif). Perhatikan **Tabel 7.1**. Bahan utama untuk masing-masing bahan pembersih ditunjukkan dalam cetak tebal, sedangkan yang lain adalah sebagai bahan tambahan. Bahan aditif ditambahkan ke dalam bahan pembersih untuk memenuhi fungsi-fungsi sebagai penguat *(builder)*, pelembut (pada pakaian), pewarnaan, pemberi aroma (pewangi), pengawet, pengental, dan medium (pelarut). Bahan aktif pada bahan pembersih berfungsi sebagai surfaktan.

Surfaktan mempunyai kemampuan mengikat dan mengangkat kotoran. Dengan adanya surfaktan, maka lemak atau kotoran yang tadinya tidak dapat bercampur dengan air, kini dapat bercampur dengan air. Dengan demikian lemak atau kotoran dapat dilepaskan atau dihilangkan dari tempatnya menempel.

Ketika kita menggunakan sabun untuk mencuci, sabun tersebut akan menghasilkan busa. Apakah jumlah busa mempengaruhi kualitas sabun? Banyaknya busa tidak berkaitan secara signifikan dengan daya bersih deterjen. Untuk kebanyakan kegunaan di rumah tangga, misalnya pencucian dengan jumlah air yang berlimpah, busa tidak memiliki peran yang penting. Keberadaan busa yang banyak merupakan faktor penting pada pencucian dengan jumlah air yang sedikit (misalnya pada pencucian karpet). Dalam pencucian dengan sedikit air, busa akan berperan untuk tetap "mengikat" partikel yang telah lepas dari kain yang dicuci, sehingga mencegah pengendapan kembali kotoran.

Lab Mini 7.1

Identifikasikan bahan utama pada produk-produk pembersih yang beredar di pasaran.

1. Pilih dan tulis dua produk untuk masing-masing bahan pembersih (sabun mandi, deterjen, sampo, cairan pembersih piring, cairan pembersih kaca). Kalian tidak harus membeli produk-produk ini, manfaatkan kemasan bekas yang ada di rumah atau mintalah kepada tetangga.
2. Identifikasi dan tuliskan bahan kimia utama pada masing-masing bahan pembersih yang kalian pilih.

Bahan Kimia Pemutih

Pemutih yang paling banyak beredar di pasaran adalah jenis natrium hipoklorit. Natrium hipoklorit dan kalsium hipoklorit mempunyai sifat multifungsi. Selain sebagai pemutih, kedua senyawa ini dapat berfungsi sebagai penghilang noda dan desinfektan *(sanitizer)*. Fungsi ganda NaOCl sebagai penghilang noda maupun desinfektan, dapat menjadi keunggulan ekonomis. Pemutih dapat ditemukan dalam dua wujud, yaitu padat dan cair. Pemutih padat (bubuk putih) adalah kalsium hipoklorit dengan rumus kimia $Ca(OCl)_2$. Pada umumnya, masyarakat mengenal senyawa ini sebagai kaporit. Kaporit lazim dipakai untuk

Gambar 7.1
Bahan baku cairan pemutih

Berfikir Kritis

1. Sebutkan 2 produk bahan-bahan pemutih yang beredar di pasaran.
2. Apakah keluarga di rumahmu juga menggunakan bahan pemutih ini?
3. Apakah setiap kali mencuci pakaian harus ditambah bahan pemutih? Bagaimana pendapatmu!

mensuci hamakan air ledeng dan kolam renang. Pemutih cair adalah natrium hipoklorit (NaOCl).

Bahan pemutih umumnya dibuat dari bahan-bahan seperti berikut ini : 1) Natrium hipoklorit, NaOCl (12,5%), 2) Emal-70, 3) Parfum, dan 4) Air. Pada umumnya, produk pemutih dipasaran mengandung NaOCl dengan konsentrasi 12%-13%. Mengapa tidak disediakan konsentrasi yang lebih tinggi? Ini semata-mata demi pertimbangan keselamatan dan teknis.

Emal-70 adalah nama dagang dari jenis surfaktan berbahan aktif *alkyl sulphate*. Penambahan bahan ini hanya sebagai alternatif jika kita ingin menambahkan fungsi pemutih sebagai penghilang noda *(stain remover)*. Seperti halnya Emal-70, parfum merupakan bahan tambahan (tidak harus ada). Kebanyakan produk pemutih yang ada di pasar tidak memakai parfum.

Menyelididki efek negatif penggunaan bahan pemutih pada kesehatan lingkungan

Alat dan Bahan

a. Dua toples kecil
b. Air sumur atau air PDAM
c. Cairan pemutih
d. Sendok teh
e. Ikan emas 2 ekor berukuran sedang.

Prosedur

1. Isilah ketiga toples dengan air sumur atau air ledeng setinggi ¾ bagian. Beri nomor 1, 2, dan 3 pada ketiga toples.
2. Masukkan ikan pertama ke dalam toples nomor 1 dan ikan kedua ke dalam toples nomor 2.
3. Tambahkan 1 sendok teh cairan pemutih ke dalam toples nomor 1. Amati apa yang terjadi pada ikan di dalam toples nomor 1 dan bandingkan dengan perilaku ikan di dalam toples nomor 2. Catat hasil pengamatanmu! Berikan penjelasan terhadap kejadian tersebut ?

Bahan Kimia Pewangi (Parfum)

Parfum adalah hasil pencampuran berbagai macam *fragrance* (bahan pewangi) yang bersifat mudah menguap dengan bau tertentu. Bahan kimia pewangi sering ditambahkan pada berbagai produk seperti sabun, deterjen, sampo, pembersih kaca, cairan pencuci piring, dan cairan pelembut pakaian, serta dijual dalam bentuk pengharum badan maupun ruangan.

Perusahaan umumnya tidak mau menuliskan bahan kimia yang digunakan sebagai bahan pewangi. Orang sering memberi istilah "rahasia perusahaan". Bahan kimia yang dipakai sebagai pewangi biasanya tidak tunggal tetapi campuran dari beberapa bahan pewangi. Zat kimia yang dicampurkan untuk menghasilkan bau tertentu, dapat dilihat dalam **Tabel 7.2**.

Tabel 7.2.
Contoh Spesifikasi Bau Parfum dan Nama Zat Kimia

No.	Spesifikasi bau	Nama zat kimia
1	*floral, jasmine.*	Amil salisilat
2	*herbaceous*	Amilsinamat aldehida
3	*rocy, citrus*	Sitronelol
4	*musk, sweet*	Galaksolida
5	*rose*	Geraniol
6	*pine needle*	sobornil asetat
7	*murbai/arbei*	Butil asetat
8	*peer/pisang ambon*	Amil asetat
9	*jeruk*	Oktil asetat
10	*arbei*	Etil butirat
11	*apel*	Amil valerat
12	*minyak gandapura*	Metil salisilat

Parfum juga dijual dalam bentuk pengharum badan dan pengharum ruangan. Komposisi zat-zat di dalam parfum pada umumnya adalah etil alkohol (50-90%), akuades/ air suling (5-20%), dan *fragrance* (10-30%). Etil alkohol dalam komposisi ini berfungsi sebagai pelarut.

Jangan lupa bahwa penggunaan parfum juga memiliki efek negatif. Di dalam parfum, selain etil alkohol sebagai pelarut sering ditambahkan zat-zat seperti: aseton, benzaldehida, benzil asetat, benzil alkohol, etil asetat, dll.

Melakukan pengamatan dan prediksi

1. Tuliskan bahan-bahan pembersih kemasan yang ada dirumahmu.
2. Baca komposisinya! Adakah petunjuk bahwa bahan-bahan itu menggunakan pewangi (parfum)?
3. Apakah bahan-bahan itu mencantumkan bahan kimia yang dipakai sebagai pewangi?
4. Baui masing-masing bahan! menggunakan indra penciumanmu. Catat hasil pengamatanmu.
5. Perkirakan bahan kimia apa yang dicampurkan ke dalam bahan-bahan pembersih yang kamu miliki!

Zat-zat ini memiliki efek negatif bagi kesehatan. Aseton dapat menyebabkan kekeringan mulut dan tenggorokan, kerusakan pita suara, mengantuk, dan depresi. Benzaldehida memiliki efek narkotik dan iritasi pada kulit, mata, mulut, dan tenggorokan. Benzil asetat bersifat karsinogenik, cairannya dapat meresap ke dalam sistem tubuh melalui kulit, dan uapnya dapat mengiritasi mata. Benzil alkohol menyebabkan iritasi saluran pernapasan bagian atas dan penurunan tekanan darah. Etil asetat bersifat seperti narkotik, merusak hati, dan menyebabkan anemia.

Bahan Kimia Pembasmi Serangga (Insektisida)

Mengidentifikasi
Untuk menghindari gigitan nyamuk, ada yang menggunakan anti nyamuk bakar, ada yang menggunakan anti nyamuk semprot, dan anti nyamuk yang diusapkan pada tubuh.

Tugas kalian :

1. Pilih dan tulis dua produk untuk masing-masing jenis anti nyamuk. Kalian tidak harus membeli produk-produk ini, manfaatkan kemasan-kemasan bekas yang ada di rumah atau mintalah kepada tetangga.
2. Identifikasi dan tuliskan bahan kimia utama dan bahan kimia tambahan pada keenam produk anti nyamuk yang telah kalian pilih.

Serangga pengganggu yang sering kita jumpai di rumah tangga, diantaranya adalah nyamuk, kecoa, lalat, dan semut. Nyamuk adalah serangga pengganggu di rumah tangga yang paling dominan terutama di kota-kota dataran rendah. Oleh karena itu anti nyamuk (obat nyamuk) merupakan bahan yang diperlukan masyarakat sehari-hari. Anti nyamuk dikemas sesuai dengan cara-cara aplikasinya; ada yang dibakar, difumigasi secara elektrik, dioleskan pada permukaan kulit, dan disemprotkan. Khasiat dari bahan pengusir atau pembasmi serangga ditentukan oleh bahan kimia (bahan aktif) yang terkandung di dalamnya. *Transflutrin* adalah salah satu contoh bahan aktif anti nyamuk berbentuk padatan lingkar berwarna hijau. Anti nyamuk bakar ini diambil khasiatnya melalui asapnya yang menyebar ke seluruh ruangan.

Kamu dapat mengidentifikasi bahan kimia aktif yang terkandung pada setiap anti nyamuk yang beredar di masyarakat dimana kamu tinggal. Jangan membuang begitu saja wadah atau kemasan anti nyamuk yang pernah kamu pakai. Kemasan anti nyamuk, juga produk-produk lain umumnya mencantumkan bahan-bahan kimia yang dikandungnya. Kamu dapat mengidentifikasi bahan-bahan kimia penyusun setiap produk dari kemasannya.

Saat ini mulailah dengan mengenal nama-nama bahan kimia itu. Kalau saat kamu tidak mengetahui rumus kimianya, tidak masalah, yang penting mengetahui khasiatnya. Selain itu, yang juga penting untuk diketahui adalah efek samping yang dapat ditimbulkan terutama bagi kesehatan kita maupun kelestarian lingkungan. Oleh karena

itu, perusahaan-perusahaan besar yang bijaksana selalu memberi peringatan-peringatan kepada kita terkait dengan penggunaan bahan-bahan ini.

Intisari Subbab

1. Dalam setiap bahan pembersih selalu ada komponen surfaktan. Apakah yang dimaksud dengan surfaktan? Beri contoh dua surfaktan yang kamu ketahui.
2. Jelaskan mekanisme kerja dari surfaktan dalam membantu proses pencucian.
3. Dalam bahan pembersih seringkali ditambahkan bahan kimia lain. Sebutkan tiga bahan kimia tambahan yang dimasukkan ke dalam bahan pembersih tersebut ?
4. Jika kamu ingin membuat sendiri bahan pemutih untuk baju, bahan kimia apa saja yang harus kamu sediakan?
5. Sebutkan efek negatif penggunaan cairan pemutih baik bagi kesehatan kita maupun kelestarian lingkungan.
6. Jelaskan apa yang dimaksud dengan parfum?
7. Bahan utama parfum adalah *fragrance* . Tuliskan tiga bahan kimia fragrance dan aroma yang ditimbulkannya?
8. Sebutkan beberapa efek negatif yang dapat terjadi pada kesehatan akibat penggunaan parfum?

B Bahan Kimia dalam Bahan Makanan

Kata-kata IPA
Bahan pewarna alami
Bahan pewarna identik alami
Bahan pewarna sintetik

Industri bahan makanan di Indonesia terus berkembang pesat, mulai dari skala kecil, menengah, maupun besar. Produk yang dihasilkan umumnya berupa bahan makanan olahan. Dalam pengolahan bahan makanan, ada dua macam tujuan yang dapat dicapai. Pertama yaitu menambah ragam makanan, misalnya dari susu dapat diperoleh beberapa hasil olahan yang berupa keju, susu kental manis, yoghurt, mentega, dan lain-lain. Kedua, untuk memenuhi keperluan khusus, misalnya membuat hasil olahan yang warnanya lebih menarik, lebih awet, lebih manis rasanya, dan sebagainya.

Dalam upaya memenuhi keperluan khusus seperti yang disebutkan di atas, ternyata dalam pengolahan bahan makanan memang diperlukan penambahan zat yang memiliki sifat yang memungkinkan terpenuhinya keperluan khusus yang diinginkan. Zat yang ditambahkan tersebut dinamakan **aditif makanan**.

Namun demikian perlu diingat bahwa penggunaan aditif makanan tidak boleh dilatarbelakangi maksud menipu konsumen ataupun berdampak menurunkan nilai gizi makanan.

Dalam sub bab ini diuraikan lima bahan aditif makanan, yaitu pewarna, pemanis, pengawet, penyedap rasa, dan antioksidan dengan pertimbangan bahwa kelimakelima jenis tersebut penggunaannya paling luas dalam industri makanan.

Kegiatan Penyelidikan

Apakah perlunya bahan aditif makanan?

1. Ambillah 2 - 3 bungkus mie instan yang diproduksi oleh industri yang berbeda. Amati labelnya, adakah yang kamu kenal bahan-bahan yang terkandung di dalamnya? Kapankah mie tadi kadaluarsa?
2. Buatlah secangkir teh sendiri. Simpan selama tiga hari. Amati perubahan yang kamu lihat setiap 12 jam, apa yang bisa kamu amati?
3. Catat semua hasil amatanmu dalam buku IPA-mu!

Bahan Pewarna

Jika kamu berbelanja ke toko kue kamu dapat menjumpai bahwa hampir semua kue yang dijajakan menggunakan pewarna. Ada yang berwarna hijau, kuning, merah, coklat, atau warna lain. Apa fungsi penambahan pewarna pada makanan tersebut? Bahan-bahan apa saja yang digunakan untuk memberi warna tersebut? Apakah penggunaan pewarna tersebut tidak berbahaya?

Bila ditinjau dari asalnya, pewarna makanan digolongkan menjadi tiga yaitu: pewarna alami, identik dengan pewarna alami, dan pewarna sintetik.

Pewarna Alami

Pewarna alami merupakan pewarna yang diperoleh dari bahan-bahan alami, baik nabati, hewani, ataupun mineral. Beberapa pewarna alami yang banyak dikenal masyarakat misalnya daun suji untuk membuat warna hijau, kunyit untuk warna kuning, daun jati atau cabai untuk warna merah, dan gula merah untuk warna coklat. Zat pewarna alami ini lebih aman digunakan bila dibandingkan dengan pewarna sintetik. Penggunaan pewarna alami relatif terbatas, karena adanya beberapa kekurangan antara lain:

- Sering terkesan memberikan rasa khas yang tidak diinginkan, misalnya kunyit.
- Konsentrasi pigmen rendah, sehingga memerlukan bahan baku relatif banyak.
- Stabilitas pigmen rendah (umumnya hanya stabil pada tingkat keasaman/pH tertentu).
- Keseragaman warna kurang baik.

Pewarna oranye, merah dan biru secara alami terdapat pada buah anggur, stroberi, rasberi, apel, dan bunga. Untuk memberikan warna kuning, merah, dan oranye dapat digunakan pewarna yang berasal dari tumbuhan dan hewan, seperti wortel, tomat, cabai, minyak sawit, jagung, daun-daunan, dan ikan salmon.

Bahan makanan yang sering menggunakan pewarna ini di antaranya margarin, keju, sup, puding, es krim, dan mi.

Klorofil memberikan warna hijau yang peka terhadap cahaya dan asam. Korofil diperoleh dari daun-daunan yang digunakan oleh masyarakat luas sejak dahulu. Kurkumin merupakan zat warna alami yang terdapat dalam tanaman kunyit (*Zingiberaceae*). Zat warna ini dapat digunakan pada

Gambar 7.2
Contoh kemasan pewarna sintetik

makanan atau minuman yang tidak beralkohol, misalnya nasi kuning, tahu, temulawak, dan sari buah.

Pewarna Identik Alami

Pewarna identik alami adalah pigmen yang dibuat secara sintetik tetapi struktur kimianya mirip dengan pewarna alami. Contohnya, santoxantin (merah), apokaroten (merah-oranye), dan beta-karoten (oranye sampai kuning). Penggunaan pewarna identik alami hanya boleh dalam konsentrasi tertentu, kecuali beta karoten yang boleh digunakan dalam jumlah tidak terbatas.

Pewarna Sintetik

Di negara-negara maju, penggunaan *pewarna sintetik* untuk makanan harus melalui pengujian yang ketat demi keselamatan konsumen. Pewarna yang telah melewati pengujian-pengujian tersebut dan yang diijinkan pemakaiannya untuk makanan dinamakan *permitted colour* atau *certified colour*.

Gambar 7.3
Contoh makanan yang menggunakan pewarna

Penggunaan pewarna sintetik sudah begitu luas di masyarakat. Hingga sekarang, diperkirakan hampir 90% pewarna yang beredar dan sering digunakan adalah pewarna sintetik. Contoh kemasan pewarna sintetik dan produk makanan yang menggunakan pewarna disajikan pada Gambar 7.2 dan 7.3.

Beberapa kelebihan pewarna sintetik antara lain, warnanya seragam, tajam, mengembalikan warna asli yang mungkin hilang selama proses pengolahan, melindungi zat-zat vitamin yang peka terhadap cahaya selama penyimpanan, dan hanya diperlukan dalam jumlah sedikit. Seiring dengan meluasnya pemakaian pewarna sintetik, sering terjadi penyalahgunaan pewarna pada makanan. Sebagai contoh digunakannya pewarna tekstil untuk makanan sehingga membahayakan konsumen. Zat pewarna tekstil dan pewarna cat biasanya mengandung logam berat, seperti: arsen, timbal, dan raksa sehingga bersifat racun.

Gambar 7.4
Tahu kuning

Lab Mini 7.4

Identifikasi bahan pewarna pada tahu kuning

Untuk mengetahui bahan pewarna alami atau sintesis yang digunakan pada tahu kuning kita dapat berhipotesis: “Jika pewarna tahu kuning berasal dari kunyit, maka setelah dicelupkan ke dalam air kapur akan berwarna kuning-kemerahan dan sebaliknya jika tahu kuning berasal dari pewarna sintetik, maka setelah dicelupkan kedalam air kapur tidak akan mengubah warna.
Alat dan bahan yang kamu perlukan untuk pengujian tahu kuning adalah: gelas kimia, spatula, kaca arloji, tahu kuning dengan berbagai merek (A, B, C), air, dan gamping.

Prosedur
(1) Siapkan alat yang sudah dibersihkan dan bahan yang diperlukan, (2) Masukkan gamping ± 1 sendok teh ke dalam gelas kimia, tuangkan sedikit air dan larutkan, jadilah air kapur, (3) Celupkan tahu kuning A ke dalam air kapur tadi beberapa menit, (4) Amati perubahan warna setelah dicelupkan ke dalam air kapur, (5) Ulangi langkah 1-3 untuk tahu kuning B dan C. Catat hasil pengamatanmu.

Analisis
Berdasarkan pengamatanmu, jawablah pertanyaan berikut ini.

1. Adakah tahu kuning dengan merek yang berbeda (A, B, C) yang tidak menghasilkan perubahan warna ?
2. Adakah tahu kuning dengan merek yang berbeda (A, B, C) yang terjadi perubahan warna ? Sebutkan.
3. Catat hasil kesimpulan pengamatanmu.

Bahan Pemanis

Bahan pemanis adalah bahan kimia yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang berfungsi untuk memberikan rasa manis. Dulu orang mengenal sumber rasa manis alami dari gula yang di buat dari tebu atau bit, aren, kelapa dan pemanis lain seperti madu dan buah-buahan. Selain memberikan rasa manis ternyata gula adalah penyumbang kalori yang baik karena mengandung gizi untuk tubuh manusia.

Gambar 7.5
Pemanis buatan atau sintetis biasanya ditambahkan pada minuman kaleng atau kemasan

Ternyata gula menyebabkan berbagai masalah baru bagi orang-orang tertentu, terutama mereka yang kelebihan kalori, kegemukan, menyebabkan kerusakan pada gigi, dan sangat berbahaya bagi penderita diabetes. Keadaan ini memacu para ahli untuk menemukan pengganti rasa manis setara dengan gula, tidak berkalori dan tidak ada nilai gizinya sehingga aman dikomsumsi bagi mereka yang perlu diet. Maka dikenalkanlah beberapa jenis gula buatan atau

Tahukah Kamu

Pada kasus penderita kencing manis (*Diabetes Melitus*), penderita disarankan mengurangi konsumsi gula. Untuk keperluan tersebut digunakan bahan pemanis pengganti gula, yaitu bahan yang memberikan rasa manis seperti gula tetapi rendah kalori. Bahan-bahan pengganti gula yang banyak beredar di pasaran antara lain sakorit, equal, dan nutrasweet

gula sintetik yang mempunyai sifat manis seperti gula bahkan lebih. Beberapa contoh pemanis buatan atau sintentik yaitu sakarin, siklamat, aspartam, asesulfam dan sorbitol. Tingkat kemanisan relatif dari berbagai bahan pemanis di berikan pada **Tabel 7.3**.

Tabel 7.3. Tingkat Kemanisan Relatif dari Berbagai Bahan Pemanis

Nama bahan pemanis	Kemanisan relatif*
Sukrosa (gula tebu)	100
Laktosa (gula susu)	16
Glukosa (gula darah)	74
Fruktosa (gula tebu)	173
Siklamat	3.500
Sakarin	50.000
Aspartam	20.000
Asesulfam K	20.000

* Kemanisan relatif terhadap sukrosa dengan nilai 100

Suatu produk makanan atau minuman yang menggunakan pemanis buatan seharusnya mencantumkan jenis dan jumlah pemanis yang digunakan. Penggunaan bahan pemanis atau batasan pemakaian bahan pemanis dalam makanan harus mengacu pada WHO yang dikenal dengan ADI (*aceeptable daily intake*) dan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 722 / Menkes / per / IX / 1988 tentang batasan maksimum penggunaan bahan kimia dalam makanan seperti tertera pada **Tabel 7.4**.

Peringatan

Penggunaan bahan pemanis sintetik pada makanan dan minuman secara berlebihan dapat menyebabkan gangguan pada tubuh, misalnya kanker kantung kemih disebabkan oleh siklamat, sedang sakarin dapat menyebabkan tumor kantong kemih.

Tabel 7.4. Batasan Penggunaan Bahan Pemanis pada Makanan dan Minuman

Nama bahan pemanis	Batasan Permenkes per kg bobot badan	Batasan ADI per kg makanan
Sakarin	50 mg – 300 mg	0 – 5 mg
Siklamat	500 mg – 3000 mg	0 – 50 mg
Sorbitol	5 g – 300 g	-
Aspartam	-	0 – 40 mg
Acesulpame K	-	0 – 9 mg

Bahan Pengawet

Pada tahun 90-an terjadi kasus biskuit beracun. Banyak orang keracunan setelah mengkonsumsi biskuit. Sedikitnya 6 orang meninggal dunia dan puluhan orang dirawat di rumah sakit. Bagaimana kasus tersebut bisa terjadi? Hasil penyelidikan menunjukkan bahwa dalam biskuit beracun tersebut terkandung bahan natrium nitrit dalam jumlah berlebihan. Mengapa dalam biskuit terdapat natrium nitrit?

Bahan pengawet adalah bahan kimia yang dapat mencegah atau menghambat proses fermentasi (pembusukan), pengasaman, atau peruraian lain terhadap makanan yang disebabkan oleh mikroorganisme sehingga makanan tidak mudah rusak atau menjadi busuk.

Gambar 7.6
Gula dan cuka dapat digunakan sebagai bahan pengawet pada makanan (pengawet tradisional)

Bahan pengawet tradisional telah dikembangkan sejak ratusan tahun lalu, seperti garam dapur, gula, cuka, dan lada. Ikan laut biasa diawetkan dengan cara pengasinan. Buah-buahan diawetkan dengan cara dijadikan manisan. Makanan lauk-pauk bisa diawetkan dengan dibumbui lada dan cuka.

Garam dapur biasanya digunakan untuk mengawetkan daging dan ikan agar tidak mudah busuk. Garam dapur berfungsi untuk menghambat pembiakan bakteri seperti mikroorganisme *clostridium botulinum*. Jika bakteri ini berkembang biak pada makanan akan menghasilkan racun yang dapat meracuni daging. Gula merah atau gula pasir bisa digunakan untuk mengawetkan buah-buahan. Bahan yang akan diawetkan direndam dalam larutan gula, keadaan ini menyebabkan mikroorganisme sukar hidup.

Bahan pengawet buatan yang paling sering dipakai adalah asam benzoat. Asam benzoat berfungsi untuk mengendalikan pertumbuhan jamur dan bakteri. Penggunaan asam benzoat dengan kadar lebih dari 250 ppm dapat memberikan efek samping berupa alergi. Adapun pada konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan iritasi pada lambung dan saluran pencernaan. Bahan lainnya adalah natrium benzoat, natrium nitrat, dan asam sitrat. Bahan pengawet untuk buah-buahan dalam kaleng, biasanya digunakan gula atau garam yang dibuat dalam bentuk manisan asinan. Asam propionat dapat digunakan untuk mencegah tumbuhnya kapang pada roti dan kue kering. Asam sorbat digunakan untuk mencegah tumbuhnya kapang pada keju.

Dalam kasus biskuit beracun yang disajikan pada awal sub bab ini, diduga terjadi akibat penggunaan garam nitrit sebagai zat pengewet dalam jumlah berlebihan. Penggunaan nitrit lebih dari 200 ppm dapat menyebabkan keracunan.

Bahan pengawet bersifat karsinogen, untuk itu batasan penggunaan bahan pengawet sebaiknya sesuai dengan Peraturan Menteri Kesesehatan No. 722/ menkes/per/IX/ 88 terdapat pada Tabel 8.4.

Akhir-akhir ini banyak terjadi penyalahgunaan bahan pengawet, misalnya boraks dan formalin. Boraks sering digunakan pada pengolahan bakso dan mi basah. Boraks yang dikonsumsi terus-menerus dapat berakibat keracunan dengan gejala muntah-muntah, diare, dan bahkan dapat menyebabkan kematian. Di samping bersifat sebagai zat pengawet boraks juga berfungsi sebagai pengenyal. Formalin dengan kadar sekitar 40%, biasa digunakan pada proses pengawetan spesimen biologi atau proses pengawetan mayat.

Tabel 7.5.
Batasan Penggunaan Bahan Pengawet

Nama bahan pengawet	Batasan Permenkes per kg makanan
Asam Benzoat	600 mg – 1000 mg
Asam Sorbat	500 mg – 3000 mg
Asam Propionat	2 g – 3 g
Natrium Nitrit	50 mg – 125 mg
Natrium Nitrat	50 mg – 500 mg

Lab Mini 7.5

Identifikasi bahan pewarna pada bakso

Pada saat ini beberapa toko bahan makanan juga menjual obat pengenyal bakso atau garam bleng. Dari pengamatan, ternyata bahan-bahan tersebut mengandung boraks. Untuk mengetahui bahwa bakso yang kita konsumsi mengandung boraks atau tidak, kamu dapat melakukan pengujian secara berkelompok pada bakso dengan menggunakan indikator kunyit. Bila bakso mengandung boraks, maka setelah ditetesi indikator kunyit akan berwarna merah, sebaliknya jika bakso tidak mengandung boraks maka setelah ditetesi indikator kunyit tetap berwarna kuning.

Prosedur

1. Siapkan alat yang sudah dibersihkan dan bahan yang diperlukan
2. Ambil ¼ bakso merek A, kemudian haluskan dengan mengunakan alu dan lumpang, setelah halus tambahkan sedikit air.
3. Ambil campuran 2 tadi dan tambahkan 3 tetes indikator atau ekstra kunyit. Amati dan catat hasil pengamatanmu.
4. Lakukan cara yang sama 1 sampai 3 dengan mengunakan bakso dengan merek yang berbeda.

Analisis

1. Adakah bakso yang diuji dengan ekstrak kunyit tidak menghasilkan perubahan warna? Sebutkan
2. Adakah bakso yang diuji dengan ekstrak kunyit yang menghasilkan perubahan warna? Sebutkan.
3. Apa kesimpulan dari hasil pengamatanmu?

Bahan Penyedap dan Pemberi Aroma

Hasil penyelidikan Dr. Ho Man Kwok pada tahun 1969, mengungkapkan kasus yang dikenal dengan nama *Chinese Restaurant Syndrome* (CRS). Dalam kasus tersebut dinyatakan bahwa seseorang yang baru saja mengkonsumsi makanan di restoran Cina mengalami gejala-gejala sebagai berikut: merasa kesemutan pada punggung dan leher, rahang bawah, leher bawah terasa panas, wajah berkeringat, sesak dada bagian bawah, dan pusing kepala. Dari hasil penyelidikan pada waktu itu diketahui bahwa penyebab utama timbulnya gejala-gejala tersebut adalah penyedap rasa MSG (*mono-natrium glutamat*) yang terdapat dalam sup. Kadar MSG dalam sup memang relatif sangat tinggi, ditambah lagi kenyataan bahwa sup dihidangkan paling awal pada saat perut masih kosong/lapar sehingga MSG dapat dengan cepat terserap ke dalam darah dan menyebabkan timbulnya gejala-gejala CRS tersebut.

Gambar 7.7
Sere, salam, bawang, merupakan bahan alam yang dapat digunakan sebagai bahan penyedap alami

1. Kumpulkan kemasan makanan dan minuman
2. Identifikasi apa jenis zat aditifnya.

Bahan penyedap rasa atau penegas rasa adalah zat yang dapat meningkatkan cita rasa makanan. Penyedap berfungsi menambah rasa nikmat dan menekan rasa yang tidak diinginkan dari suatu bahan makanan.

Bahan-bahan yang termasuk dalam golongan ini ada yang diperoleh dari alam berupa rempah-rempah (misalnya: bawang putih, bawang bombay, pala, merica, ketumbar, serai, pandan, daun salam, dan daun pandan) dan ada pula yang sintetik.

Penyedap sintetik pada dasarnya merupakan tiruan dari yang terdapat di alam, tetapi karena kebutuhannya jauh melebihi dari yang tersedia maka sejauh mungkin dibuatlah tiruannya. Penyedap sintetik yang sangat populer di masyarakat adalah vetsin atau MSG (*mononatrium glutamat*). Di pasaran, senyawa tersebut dikenal dengan beragam merek dagang, misalnya Ajinomoto, Miwon, Sasa, Royco, Maggi, dan lain sebagainya. MSG merupakan garam natrium dari asam glutamat yang secara alami terdapat dalam protein nabati maupun hewani. Daging, susu, ikan, dan kacang-kacangan mengandung sekitar 20% asam glutamat. Oleh karena itu, tidak mengherankan bila kita mengkonsumsi makanan yang mengandung asam glutamat akan terasa lezat dan gurih meski tanpa bumbu-bumbu lain. Keunikan dari MSG adalah bahwa meskipun tidak mempunyai cita rasa, tetapi dapat membangkitkan cita rasa komponen-komponen lain yang terkandung dalam bahan makanan. Sifat yang semacam itu disebut dengan *taste enhancer* (penegas rasa).

Pemberi aroma adalah zat yang dapat memberikan aroma tertentu pada makanan atau minuman, sehingga dapat membangkitkan selera konsumen. Penambahan zat pemberi aroma menyebabkan makanan memiliki daya tarik untuk dinikmati. Zat pemberi aroma yang berasal dari bahan segar atau ekstrak dari bahan alami, misalnya minyak atsiri dan vanili. Pemberi aroma yang merupakan senyawa sintetik, misalnya: amil asetat mempunyai cita rasa seperti pisang ambon, amil kaproat (aroma apel), etil butirat (aroma nanas), vanilin (aroma vanili), dan metil antranilat (aroma buah anggur). Jeli merupakan salah satu contoh makanan yang menggunakan zat pemberi aroma.

Intisari Subbab

1. Mengapa produsen lebih menyukai menggunakan pewarna sintetik daripada pewarna alami?
2. Mengapa pewarna makanan banyak digunakan pada produk makanan anak-anak?
3. Apa fungsi zat pengawet dalam pengolahan makanan?
4. Penyalahgunaan zat pengawet sangat membahayakan konsumen. Mengapa?
5. Sebutkan 3 contoh hasil olahan makanan yang menggunakan bahan penyedap?

C Bahan Kimia di Bidang Industri, Pertanian, dan Kesehatan

Kata-kata IPA
Pigmen
Pupuk
Pestisida
Radioisotop

Cat dan asam sulfat adalah dua bahan kimia produk industri (pabrik) yang telah masuk ke dalam lingkungan kehidupan kita. Pada masyarakat petani dan pembudidaya tanaman hias tidak asing lagi dengan apa yang disebut pupuk dan pestisida. Di bidang kesehatan, salah satu teknologi pencegahan pertumbuhan sel kanker adalah penyinaran dengan sinar gama yang berasal dari kobalt (Co-60). Kobalt dengan massa atom relatif 60 sma (satuan massa atom) ini adalah salah satu contoh bahan kimia yang bersifat radioaktif.

Kegiatan Penyelidikan

1. Pergilah ke toko bahan bangunan yang ada di sekitar rumah atau sekolahmu. Katakan dan mintalah ijin bahwa kamu sedang mengerjakan tugas sains dari sekolah.
2. Pinjamlah 1 atau 2 produk cat yang dikemas dalam bentuk kaleng semprot *(aerosol spray-paint)*.
3. Tuliskan segala informasi yang tertulis dalam kemasan kedua produk cat itu dalam buku kerjamu.
4. Gabungkan informasi yang kamu peroleh dengan informasi yang diperoleh teman-teman di kelasmu. Kemudian susunlah laporan tertulis yang berisi hal-hal penting yang harus diperhatikan setiap orang yang akan menggunakan cat.

Bahan Kimia di Bidang Industri

Cat dan Pigmen

Jika kamu diminta menyebutkan macam-macam cat, maka jawaban yang dapat kamu berikan adalah : cat tembok, cat kayu, cat besi, cat minyak, cat air, cat rambut, dan lain sebagainya. Ketika kamu menjawab cat air atau cat minyak, maka sebenarnya kamu sudah mengarah kepada pelarut yang digunakan dalam cat itu. Artinya, ada cat yang pelarutnya air dan ada cat yang pelarutnya tergolong jenis minyak (tiner).

Kali ini kamu diajak mempelajari lebih dalam mengenai jenis cat yang sering dipakai untuk mengecat kayu dan bahan-bahan dari besi, termasuk mobil (cat yang pelarutnya tergolong jenis minyak).

Tidak seperti pada kemasan sabun, deterjen dan sampo, pada kemasan cat (kaleng cat) tidak dituliskan bahan-bahan kimia penyusunnya (*ingredients*). Yang biasanya dicantumkan dalam kaleng cat adalah : warna, nama pabrik yang memproduksi, petunjuk penggunaan, peringatan (*warning*), catatan penting.

Gambar 7.8
Contoh cat dan pelarutnya

Jika kamu ingin tau lebih banyak tentang cat dan fungsinya, maka bacalah dan berusahalah memahami uraian yang diberikan berikut ini. Cat adalah suspensi dari padatan yang terbagi halus (terdispersi) di dalam suatu cairan. Padatan tersuspensi ini disebut pigmen, yang berfungsi untuk melindungi permukaan, untuk keperluan dekoratif, dan sebagai pelapis tipis baik yang tidak tembus cahaya maupun transparan. Permukaan benda yang dicat terlindungi dari proses perkaratan, serangan serangga, dan jamur. Cat yang baik tidak mudah mengelupas dari permukaan yang dicat dan tahan terhadap cahaya, panas, perubahan atmosferik dan musim.

Bahan-Bahan Kimia dalam Cat

Untuk daya kerja yang bagus, cat harus mengandung bahan-bahan berikut:

1) Pigmen. Material berwarna tidak tembus cahaya yang ada di dalam cat disebut pigmen. Zat ini dapat berupa suatu senyawa yang terjadi secara alami atau dapat dibuat secara sintetik.
2) Medium pendispersi. Zat ini adalah berfungsi mendispersikan pigmen dari cat. Zat ini bersifat volatil (mudah menguap) dan non korosif. Senyawa yang paling umum digunakan untuk keperluan ini adalah minyak terpenten dan minyak *tung* atau minyak kayu Cina.
3) Pengering (*driers*). Zat ini adalah senyawa-senyawa logam (0,5 hingga 2 persen) yang merupakan pembawa oksigen dan membantu di dalam pengeringan medium dengan mentransfer oksigen (oksidasi medium).
4) Tiner (*thinners*). Zat ini membantu terjadinya permukaan yang licin pada proses pengecatan sehingga terbentuk lapisan cat yang sama dan merata (*uniform*). Zat-zat ini

Lab Mini 7.6

Menggolongkan
Di toko bahan bangunan atau toko yang khusus menjual cat tersedia bahan-bahan cat untuk pengecatan tembok, kayu, besi, bahkan untuk pengecatan mobil. Golongkan mana bahan cat yang menggunakan pelarut air dan mana bahan cat yang menggunakan pelarut minyak!

antara lain : benzena dan naftalena. Zat ini mudah menguap dan terbakar.

5) Zat pengisi (*fillers*). Lempung Cina, talk, $BaSO_4$, dll ditambahkan pada pigmen untuk meningkatkan daya tahan pigmen.

Bahan Kimia di Bidang Pertanian

Pupuk

Dari sekian banyak jumlah dan jenis unsur dalam tanah hanya 16 unsur (disebut unsur hara esensial) yang dibutuhkan oleh tanaman untuk tumbuh dengan normal. Dari 16 unsur tersebut, 3 unsur di antaranya bukan berasal dari tanah, tetapi diambil dari udara, yaitu : karbon (C) , hidrogen (H), dan oksigen (O). Sementara ke-13 unsur yang lain bersumber dari tanah, yaitu nitrogen (N), fosfor (P), kalium (K), kalsium (Ca), magnesium (Mg), belerang atau sulfur (S), klorin (Cl), besi atau ferrum (Fe), mangan (Mn), tembaga atau cuprum (Cu), zink atau zincum (Zn), boron (B), dan molibdenum (Mo). Unsur hara yang diperlukan tanaman dalam jumlah banyak disebut unsur makro, antara lain : C, H, O, N, S, P, K, Ca, dan Mg. Unsur hara yang diperlukan dalam jumlah sedikit dinamakan unsur mikro, meliputi unsur Cl, Fe, Mn, Cu, Zn, B, dan Mo. Peran dan gejala kekurangan unsur N, P, K, dan Ca pada tanaman dapat dilihat dalam Tabel 7.6.

Jika ketersediaan unsur hara di dalam tanah tidak mencukupi kebutuhan tanaman, maka harus dilakukan penambahan melalui pemberian pupuk. Pemberian pupuk memiliki fungsi : a) Menambah kesuburan tanah, karena adanya perubahan perbandingan unsur-unsur yang terdapat dalam tanah ke arah perbandingan yang lebih tepat, b) Mengganti unsur-unsur yang hilang karena hanyut dalam air, dan c) Mengganti unsur-unsur yang terbawa dalam panen. Pupuk yang diproduksi dan beredar di pasaran sangatlah beragam, baik dalam hal jenis, bentuk, ukuran, maupun kemasannya. Pupuk-pupuk tersebut hampir 90% sudah mampu memenuhi kebutuhan unsur hara bagi tanaman, dari unsur makro dan unsur mikro. Ada dua kelompok pupuk, yaitu pupuk anorganik dan pupuk organik.

Pupuk anorganik yang banyak digunakan oleh para petani adalah : fosfat, urea, ZA, dan NPK. Kandungan unsur

Tabel 7.6.
Peran dan Gejala Kekurangan Usur Hara pada Tanaman

Unsur hara	Peran	Gejala kekurangan
1. Nitrogen (N)	Memacu pertumbuhan tanaman secara umum, terutama pada fase vegetatif; berperan dalam pembentukan klorofil, lemak, protein, dan persenyawaan lain.	Daun menguning lalu mengering, jaringan tanaman mengering dan mati, buah kecil dan kekuningan serta cepat matang.
2. Fosfor (P)	Merangsang pertumbuhan dan perkembangan akar, sebagai bahan dasar protein (ATP dan ADP), membantu asimilasi dan respirasi, mempercepat proses pembungan dan pembuahan, serta pemasakan biji dan buah.	Daun berubah warna menjadi tua atau tampak mengkilap kemerahan; tepi daun, cabang dan batang berwarna merah ungu lalu berubah menjadi kuning; buah kecil, jelek, cepat matang.
3. Kalium (K)	Membantu pembentukan protein dan karbohidrat, memperkuat jaringan tanaman, berperan membentuk antibodi tanaman sehingga tahan terhadap penyakit serta kekeringan.	Daun mengkerut atau keriting dan timbul bercak-bercak merah cokelat lalu kering dan mati; buah tumbuh tidak sempurna, kecil, tidak tahan simpan.
4. Kalsium (Ca)	Mengaktifkan pembentukan bulu-bulu akar dan biji serta menguatkan batang, menetralisir senyawa senyawa dan kondisi tanah yang merugikan.	Tepi daun muda mengalami klorosis lalu menjalar ke tulang daun; kuncup tanaman muda mati atau jika ada daun yang muncul warnanya berubah.

untuk masing-masing pupuk ini dapat kamu baca pada kemasannya (karung pembungkus).

Banyak dilaporkan bahwa penggunaan pupuk anorganik secara terus menerus menjadi tidak efisien dan dapat mengganggu keseimbangan sifat tanah sehingga menurunkan produktivitas lahan dan mempengaruhi produksi. Oleh karena itu, perlu upaya peningkatan efisiensi penggunaan pupuk yang dikaitkan dengan aspek pendukung kelestarian alam.

Pemberian pupuk anorganik yang dipadukan dengan pupuk organik dapat meningkatkan produktivitas tanaman dan efisiensi penggunaan pupuk, baik pada lahan sawah maupun lahan kering.

Pemerintah melalui Departemen Pertanian saat ini mencanangkan program *"Go Organic 2010"*. Data statistik menyebutkan bahwa limbah tanaman pertanian yang

Gambar 7.9
Kemasan pupuk SP dan NPK

dihasilkan sangat banyak. Sebagai contoh, setiap satu hektar lahan menghasilkan 4,7 ton jerami padi; 0,3 ton sekam padi; serta 0,47 ton jerami jagung dan bagase. Tentu saja jumlah limbah ini merupakan peluang untuk diolah dan dikembalikan ke dalam tanah sebagai pupuk organik.

Secara kualitatif, kandungan unsur hara dalam pupuk organik tidak dapat lebih unggul daripada pupuk anorganik. Namun, penggunaan pupuk organik secara terus-menerus dalam rentang waktu tertentu akan menjadikan kualitas tanah lebih baik dibanding pupuk anorganik.

Penggunaan pupuk organik tidak akan meninggalkan residu pada hasil tanaman sehingga aman bagi kesehatan manusia. Bahkan produk yang dihasilkan diterima oleh negara-negara yang mensyaratkan batas ambang residu, yang sudah diberlakukan pada produk tertentu seperti teh dan kopi.

Ada banyak jenis pupuk organik yang beredar di pasar. Berikut ini kandungan hara dan aplikasi tiga merek pupuk organik.

a) *Pokon Organic Mineral*. Pupuk ini berbentuk padat terbuat dari limbah hewan yang dilapukkan. Kandungan unsur haranya terdiri dari 6% N (dalam bentuk organik, amonium, dan nitrat), 12% P, 4% K, dan 45% bahan kering. Pupuk organik ini dapat digunakan untuk semua jenis tanaman, dicampurkan merata dengan tanah.

b) *Bio Fertilizer Pro*. Pupuk organik cair, ini dibuat dari kompos sampah kota, limbah pertanian, dan pupuk kandang. Penggunaannya relatif aman bagi lingkungan dan manusia. Pupuk ini mengandung 7% N, 7% PO_4^{3-}, 7% K, 5% Mg, 5% S, 3% Zn, 0,02% Cu, 0,01% Fe, 0,01 Mo, dan 0,02 Mn.

Gambar 7.10
Kemasan pupuk Bio fertilizer

c) *Green Asri*. Pupuk ini untuk merangsang pertumbuhan dan kesuburan tanaman. Bersifat ramah lingkungan karena tidak merusak struktur tanah, tetapi meningkatkan populasi mikroorganisme sehingga menambah unsur hara. *Green Asri* dipasarkan dalam jenis yang lebih spesifik untuk tanaman tertentu, seperti: jeruk, padi, cabai, lada, dan buah-buahan.
Unsur hara yang terkandung cukup beragam, yaitu 15% N , 15-18% P_2O_4, 15-18% K_2O, 5,2-5,4% S, 70,3% protein, 1,18% lemak, dan 1,55 % bahan organik lain.

Penggunaannya dengan cara disemprotkan ke daun dan tanah.

Ada tumbuhan tertentu yang dapat mengubah nitrogen dari udara menjadi senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air, karena di dalam akar tumbuhan ini terdapat bakteri yang dapat melakukan proses itu. Tumbuhan jenis ini, kadang-kadang dipakai untuk menambah kadar unsur N dalam tanah dengan cara yang murah, misalnya menanam tumbuhan itu, kemudian menimbunnya di dalam tanah. Melalui cara ini diperoleh pupuk hijau.

Pestisida

Menurut laporan FAO (*Food and Agriculture Organization*) jumlah pestisida yang beredar dan digunakan di dunia saat ini mencapai lebih dari 70.000 macam. Setiap tahun ditemukan sekitar 1500 pestisida baru dan menunggu izin untuk dapat diperdagangkan. Hal ini merupakan salah satu dilema yang cukup berat bagi FAO dan kita semua. Di satu sisi produksi pangan harus ditingkatkan dan sedangkan petani dan lingkungan harus dijaga kesehatan dan kelestariannya.

Berdasar hama sasaran pestisida dapat diklasifikasikan menjadi beberapa jenis (**Tabel 7.7**).

Tabel 7.7. Fungsi Beberapa Jenis Pestisida

Jenis pestisida	Fungsi	Contoh merek dagang
Insektisida	Mengendalikan serangga	Regent, Dursban, Sherpa
Fungitisida	Mengendalikan jamur	Dithane M45, Daconil
Herbitisida	Mengendalikan gulma	Round Up, DMA 6
Bakteritisida	Mengendalikan bakteri	Agrept, Starner, Kasumin
Rodentisida	Mengendalikan tikus	Klerat, Petrokum
Nematisida	Mengendalikan nematoda	Furadan 3 G, Rugby 10 G
Moluskisida	Mengendalikan siput	Siputox 5G, Boss 250 EC

Efek negatif penggunaan pestisida

Penggunaan pestisida yang kurang bijaksana akan menimbulkan berbagai efek negatif, khususnya bagi kesehatan manusia dan kerusakan lingkungan. Dalam pemberantasan hama tanaman menggunakan pestisida, maka yang terpapar oleh pestisida adalah hama itu sendiri dan obyek bukan sasaran.

Burung-burung yang makannya tergantung pada serangga, banyak yang mati karena akumulasi residu insektisida di dalam tubuh serangga. Kematian akibat residu insektisida juga dialami oleh kelelawar dan jenis-jenis burung besar seperti elang, alap-alap, burung hantu, bangau, dan burung pemakan udang. Berkurang atau hilangnya populasi burung juga disebabkan oleh tingkat mortalitas anaknya.

Burung-burung yang terkontaminasi pestisida *Polychlorinated biphenyl* akan memproduksi telur dengan kulit yang tipis. Ketipisan kulit telur sangat berpengaruh pada daya tetas anak burung. Efek negatif pestisida tidak mungkin dihilangkan sama sekali. Tindakan yang dapat dilakukan adalah mengurangi hingga seminimal mungkin efek negatif ini. Hal tersebut dapat dilakukan dengan menggunakan pestisida secara proporsional, maupun dengan biopestisida dan pestisida nabati.

Gambar 7.11
Berbagai produk pestisida

Lab Mini 7.7

Mengidentifikasi

a. Pergilah ke toko obat atau apotik.

b. Tentukan 10 macam produk obat yang akan kalian pilih sebagai sasaran penelitian. Kalau perlu ijinlah pada pihak toko atau apotik, bahwa kamu sedang menjalankan tugas sekolah.

c. Baca dan tulis komposisi kimia pada masing-masing obat dan bahan aktif dari obat itu.

d. Kalian juga diminta menuliskan khasiat dari setiap obat. Untuk kegiatan ini manfaatkan tabel 10.6 dan informasi yang tertulis dalam kemasan setiap obat.

Bahan Kimia di Bidang Kesehatan

Ketika kamu merasa sakit atau dinyatakan sakit, maka yang langsung kamu ingat adalah obat. Sayangnya, dalam pemilihan obat baik untuk kepentingan pencegahan maupun penyembuhan seringkali orang tidak begitu bijaksana. Artinya, pilihan-pilihan itu tidak didasarkan kepada sebuah pemahaman yang benar tentang obat itu sendiri.

Penting untuk kamu ketahui bahwa obat memiliki sifat ganda, yaitu di satu sisi dapat bersifat sebagai obat (sifat farmakologik) dan di sisi lain dapat bersifat sebagai racun (sifat toksikologik). Obat akan bersifat sebagai obat apabila digunakan secara tepat dalam pengobatan suatu penyakit dengan dosis dan waktu yang tepat. Jika obat tidak digunakan secara tepat dengan dosis dan waktu yang tepat, maka obat akan bersifat racun. Beberapa tipe obat yang penting disajikan dalam **Tabel 7.8**.

Tabel 7.8. Beberapa Jenis Obat yang Penting

Kelas obat	Contoh	Keterangan
Pengurang rasa sakit (*pain relievers*).	Aspirin (asam asetil salisilat)	Beraksi sebagai analgesik (penghilang rasa sakit) dan sebagai antipiretik (pengurang demam). Ada kelompok orang yang tidak dapat mentoleransi aspirin, sehingga sering diganti dengan *phenacetin* atau *acetaminophen.*
Antihistamin	Prometasin	Menyembuhkan alergi. Obat jenis ini menimbulkan efek kantuk.
Antibiotik	Pinisilin-G	Dihasilkan oleh mikroorganisme dan digunakan untuk menghambat pertumbuhan atau membunuh mikroorganisme lain.
Analgetik-Antipiretik	Acetaminophenum Acidum	Analgetik : mengurangi atau melenyapkan rasa nyeri tanpa menghilangkan kesadaran. Antipiretik : menurunkan suhu tubuh yang tinggi
Analgetik-Narkotik	Hydromorphini-Hydrochloridum Metadon	Memiliki daya penghalang rasa nyeri yang besar, menimbulkan perasaan nyaman (euforia), menimbulkan kantuk (mengurangi kesadaran), dan berefek adiksi (ketagihan)
Anestetik	Chlorbutanolum (lokal) Chloroform (umum)	Penghilang rasa (anestesia umum dan anestesia
Antasid	Alumunii hydroxydum colloidale Magnesii carbonas	Menetralkan asam lambung

Radioisotop di bidang kesehatan dan efek yang dapat ditimbulkan

Salah satu kegunaan radioisotop di bidang kesehatan/ kedokteran adalah untuk membunuh sel-sel kanker atau mencegah pertumbuhan sel kanker. Untuk keperluan ini digunakan Radium (Ra) atau Kobalt (Co-60). Co-60 dapat memancarkan sinar gama. Terapi radiasi untuk kanker yang berdosis 5 juta mrem hanya digunakan dalam waktu singkat dan daerah sasaran yang seminimal mungkin yaitu bagian yang memang dikehendaki terjadi kematian sel. Jika radiasi itu dikenakan ke seluruh tubuh, maka bahaya kematian dapat dialami oleh pasien yang diterapi.

Penting untuk diketahui bahwa sinar-sinar radioaktif mempunyai daya mengionkan atom atau molekul yang dilaluinya. Jika molekul di dalam tubuh kita berubah struktur oleh radiasi partikel sub atomik, maka dapat terjadi malfungsi sistem tubuh (sakit). Inilah salah satu efek negatif dari penggunaan unsur radioaktif. Dampak biologis yang dapat ditimbulkan oleh radiasi, di antaranya : kehilangan selera makan, rambut rontok, muntah, diare, pendarahan, kemandulan tetap pada wanita, kemandulan 3-4 tahun pada laki-laki, kanker, leukemia, dan kematian.

Intisari Subbab

1. Tuliskan bahan-bahan kimia yang ada di dalam cat minyak. Sebutkan masing-masing komponen!
2. Jelaskan tujuan dari kegiatan pengecatan!
3. Kenapa harus dilakukan pemupukan pada tanaman?
4. Tuliskan beberapa nama pestisida yang diperdagangkan dan dipergunakan oleh para petani di wilayah tinggalmu, kemudian kelompokkan berdasar kegunaannya!
5. Menurut kamu apakah cara bertani saat ini dapat dinilai ramah lingkungan?

Zat Adiktif dan Psikotropika

Hasil Penyelidikan

Sejak 10 tahun terakhir, penggunaan narkotika dan obat berbahaya (narkoba) di kalangan masyarakat relatif meningkat. Pengguna narkoba sudah merambah pada seluruh lapisan masyarakat mulai pejabat hingga rakyat biasa. Penyalahgunaan narkoba tidak hanya dilakukan di kota-kota besar tetapi sudah merambah ke kota-kota kecil dan bahkan pedesaan. Hasil survei tes urine terhadap 1.092 siswa SMU dari 64 sekolah menunjukkan bahwa 35% (290 siswa) menjadi pecandu narkoba. Penelitian lain menunjukkan peningkatan yang tajam pengguna narkoba di kalangan mahasiswa yaitu dari 366 pada tahun 1996 menjadi 1.677 pada tahun 1999. Apakah narkoba itu? Bagaimana narkoba disalahgunakan? Bagaimana menanggulanginya?

Masalah penyalahgunaan narkotika, psikotropika, dan zat adiktif lainnya (NAPZA) atau narkoba merupakan salah satu masalah kesehatan terpenting bagi kelompok generasi muda dengan jumlah korban yang semakin bertambah. Meskipun Napza tertentu sangat bermanfaat bagi pengobatan dalam ilmu kedokteran namun bila disalahgunakan akan merugikan si pemakai maupun masyarakat umum.

Demikian juga tanpa disadari selama ini di lingkungan kita sehari-hari penggunaan rokok dan alkohol semakin bertambah. Untuk itu kita harus mengkaji ulang, apalagi pelajarpun sekarang sudah banyak yang mengkonsumsi rokok dan alkohol, sekalipun sudah diketahui bahayanya bagi kesehatan. Zat Adiktif dan Psikotropika yang dalam istilah sehari-hari dikenal dengan nama Narkoba (narkotika dan obat berbahaya) atau NAPZA (narkotika, psikotropika, dan zat adiktif) adalah zat atau obat yang berasal dari tanaman atau bukan tanaman, baik sintetik maupun semisintetik, yang apabila dimakan, diminum, dihisap/dihirup, atau dimasukkan (disuntikkan) ke dalam tubuh manusia dapat menurunkan kesadaran atau perubahan kesadaran, hilangnya rasa nyeri, dan dapat menimbulkan ketergantungan dalam berbagai golongan dan tingkatan.

Kata-kata IPA

Opium
Kanabis
Halusinogen
Nikotin
Napza
Morfin
Heroin
Barbiturat
Amfetamin
Meperidin
Metadon

Gambar 7.12
Tablet ekstasi

Psikotropika adalah obat keras tertentu bukan narkotika yang diperlukan dalam pengobatan, namun dapat pula menimbulkan ketergantungan psikis dan fisik yang sangat merugikan bila digunakan tanpa pengawasan yang seksama. Adanya pengawasan yang ketat terhadap peredaran narkotika, maka psikotropika dijadikan sebagai pengganti. Psikotropika mempunyai efek dan bahaya yang sama dengan narkotika.

Zat psikotropika yang sering disalahgunakan diantaranya adalah semua minuman yang mengandung alkohol, heroin, morfin, candu atau opium, ganja, mariyuana, obat penenang/obat tidur, daun koka, serbuk kokain, kafein, *ekstasi*, shabu-shabu, tembakau (mengandung nikotin), aseton, lem.

Gambar 7.13
Serbuk kokain

Dampak Negatif Zat Adiktif dan Psikotropika

Penyalahgunaan narkoba dapat menyebabkan masalah yang berhubungan dengan kesehatan (jasmani dan rohani), perilaku, keluarga, pekerjaan, uang, dan hukum. Pecandu narkoba lebih sering sakit daripada orang lain, karena umumnya kurang gizi. Penyakit yang umum dialami adalah radang terutama pada kulit, alat pernapasan, atau saluran kemih.

Gambar 7.14
Alat-alat penghisap ganja

Penyalahgunaan narkoba juga sering kali menyebabkan masalah kejiwaan, misalnya daya ingat lemah, kepribadian terganggu, sukar bergaul, mudah marah, gelisah, dan menjauh dari lingkungan sosial. Permasalahan kesehatan dan kejiwaan tersebut juga akan mempengaruhi keluarga, misalnya sering bertengkar, ekonomi terganggu, semangat kerja menurun, dan sebagainya. Masalah-masalah lain juga dialami masyarakat luas termasuk negara, misalnya adanya berbagai tindak kriminal yang meresahkan masyarakat.

Gambar 7.15
Labu kokain

Ditinjau dari jenis narkoba yang digunakanserta pengaruhnya terhadap kesehatan dan kejiwaan; narkoba digolongkan menjadi:

a. *Golongan Opium*, pada pemakaian yang terlalu banyak menyebabkan pingsan, atau bahkan mati. Jika pecandu menghentikan pemakaian opium akan menderita penyakit penghentian, dengan tanda-tanda seperti kejang, muntah, diare, berkeringat dan sukar tidur.

b. Obat Penenang (termasuk alkohol), menyebabkan kerusakan hati dan lambung, otot dan syaraf, daya ingat hilang, gemetar, ketakutan yang berlebihan, dan terkadang kejang.

c. *Obat Perangsang*, mengakibatkan gangguan jiwa seperti perasaan tertekan, ketakutan yang berlebihan, dan rasa curiga.

d. *Kanabis dan Obat halusinogen*, menunjukkaan gangguan jiwa seperti acuh tak acuh, kebingungan, dan tertekan.

e. *Tembakau* (mengandung nikotin), menyebabkan gangguan kerongkongan dan paru-paru (kanker), jantung (tekanan darah tinggi), gangguan pada janin, dan kemandulan

Penggunaan Matematika

Rokok mengandung nikotin (1 - 4% berat dalam daun tembakau) dan dalam satu batang rokok terdapat 1,1 mg nikotin.

Sebagian besar nikotin terbakar pada saat orang merokok, tetapi 1/4 sampai 1/3 nikotin masuk ke dalam paru-paru.
Berarti pada saat orang merokok, setiap batangnya sekitar 0,25 mg nikotin masuk ke dalam paru-parunya.

Hitunglah berapa mg nikotin menumpuk di dalam paru-parunya selama setahun, bila orang tadi setiap hari menghisap rokok sebanyak tiga batang?

Ciri-ciri Pecandu NAPZA

NAPZA tergolong zat psikoaktif yaitu zat yang terutama berpengaruh pada otak sehingga menimbulkan perubahan perilaku, perasaan, pikiran, persepsi, dan kesadaran. Kelompok zat ini juga dapat menimbulkan ketagihan atau kecanduan (adiksi) dan ketergantungan bagi pemakainya. Yang dimaksud ketagihan (adiksi) adalah gejala untuk meminta terus-menerus untuk memakai atau menggunakan karena merasa sangat membutuhkan. Seseorang yang ketagihan ditunjukkan adanya gejala fisik dan mental, dimana tubuh akan mengadakan reaksi yang menyakitkan di antaranya sembelit, muntah-muntah, kejang-kejang, dan badan menggigil pada saat tidak memakai atau

menghentikan penggunaan zat psikoaktif. Pada keadaan yang parah ada yang menjerit-jerit histeris, menggigit jari, dan berperilaku seperti orang gila. Keadaan ini dikenal dengan istilah *sakau*. Pengguna napza akan merasa kesulitan mengendalikan perilaku serta ingin mengkonsumsi dosis yang lebih besar, sampai dosis keracunan, dan bahkan sampai over dosis (melebihi takaran dosis) yang dapat menyebabkan kematian.

Bagi masyarakat awam, tidak mudah mengenali pecandu narkoba, karena umumnya mereka menyembunyikannya. Ciri-ciri umum pecandu narkoba adalah:

Kesehatan dan Emosi

1) Sering menguap padahal tidak mengantuk
2) Batuk dan pilek berkepanjangan
3) Sering pusing, otot kaku, suhu tubuh tidak normal (demam)
4) Diare, perut melilit
5) Mata sering berair dan merah
6) Sesak napas
7) Takut air
8) Mudah tersinggung
9) Mulut berbau
10) Agresif, yang ditandai dengan sering berkelahi, mabuk
11) Senang mendengarkan musik keras-keras
12) Emosi tidak stabil

Perubahan Sikap Pribadi

1) Sering menyendiri, menghindar dari pergaulan
2) Menunjukkan sikap acuh
3) Suka ingkar janji
4) Malas mengurus diri
5) Banyak menghabiskan waktu di kamar mandi
6) Jika ditanya sikapnya defensif dan penuh kebencian
7) Mudah bertindak dan bersikap kasar kepada orang lain
8) Sering berbohong
9) Terlibat tindak kejahatan (mencuri, mencopet, dan lain-lain)

Cara Pencegahan dan Penyembuhan

Masalah penyalahgunaan narkoba merupakan permasalahan yang kompleks, yang tidak mudah penanganannya. Banyak korban penyalahgunaan narkoba disebabkan oleh keluarga yang kurang harmonis, oleh

karena itu pengobatan dan rehabilitasi korban narkoba harus ditekankan pada pembinaan keluarganya. Banyak dijumpai kasus apabila terdapat anggota keluarga menjadi korban narkoba, justru dikucilkan dari keluarga. Hal ini tidak akan dapat menyembuhkan, tetapi sebaliknya. Dalam hal semacam ini hendaknya keluarga menarik simpatinya dan memberikan pengertian bahwa penggunaan narkoba akan berakibat buruk pada pemakainya. Bila akan dilakukan penyembuhan ke rumah sakit atau pusat rehabilitasi, anggota keluarganya harus memberikan pengertian kepada korban, sehingga korban secara sadar memerlukan pengobatan dan rehabilitasi. Hal ini penting agar setelah sembuh korban tidak terjerumus lagi pada penyalahgunaan narkoba.

Apabila korban adalah siswa sekolah, maka pihak sekolah (kepala sekolah dan guru) harus bertindak bijaksana. Pihak sekolah hendaknya tidak serta merta mengeluarkan siswanya yang terlibat narkoba. Hendaknya diteliti dahulu penyebabnya, kenapa siswa terlibat narkoba dan segera memberikan informasi serta berkonsultasi dengan pihak keluarga, sehingga ditemukan jalan pemecahan yang bijaksana. Korban narkoba harus diperlakukan sebagai orang sakit yang harus mendapatkan pertolongan dan bukan penjahat yang harus mendapat hukuman berat.

Penggunaan Zat Adiktif dan Psikotropika dalam Bidang Kesehatan

Penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kesehatan hanya boleh dilakukan oleh pihak yang berwenang (dokter, psikiater, atau petugas kesehatan lain) dengan jenis dan dosis yang terkontrol. Penggunaan jenis obat ini biasanya dilakukan dalam keadaan mendesak, yaitu jika obat-obat lain tidak bisa menyembuhkan. Penggunaan obat-obatan yang tergolong NAPZA dalam bidang kesehatan antara lain adalah.

a. **Morfin**, terutama digunakan untuk menghilangkan rasa nyeri yang hebat yang tidak dapat diobati dengan analgetik non narkotik. Apabila rasa nyeri makin hebat maka dosis yang digunakan juga makin tinggi. Semua analgetik narkotika dapat menimbulkan adiksi (ketagihan). Morfin juga digunakan untuk mengurangi rasa tegang pada penderita yang akan dioperasi.

b. **Heroin**, merupakan turunan morfin yang berfungsi sebagai *depresant,* misalnya meredakan batuk.
c. **Barbiturat,** (pentobarbital dan secobarbital) sering digunakan untuk menghilangkan rasa cemas sebelum operasi.
d. **Amfetamin (dan turunannya),** digunakan untuk mengurangi depresi, menambah kewaspadaan, menghilangkan rasa kantuk dan lelah, menambah keyakinan diri dan konsentrasi, serta euforia.
e. **Meperidin** (sering juga disebut petidin, demerol, atau dolantin), digunakan sebagai analgesia. Obat ini tidak efektif untuk terapi batuk dan diare. Daya kerja meperidin lebih pendek daripada morfin.
f. **Metadon,** digunakan sebagai analgesia bagi penderita rasa nyeri dan digunakan pula untuk terapi pecandu narkotika.

Intisari Subbab

1. Apa yang dimaksud dengan narkoba/NAPZA?
2. Sebutkan jenis-jenis/golongan narkoba?
3. Apa yang dimaksud dengan ketagihan/adiksi (*addiction*) dan ketergantungan?
4. Sebutkan sedikitnya 5 (lima) ciri-ciri pecandu narkoba ditinjau dari kesehatan dan emosi.
5. Sebutkan sedikitnya 5 (lima) ciri-ciri pecandu narkoba ditinjau dari perubahan sikap pribadi.
6. Sebutkan 3 contoh penggunaan NAPZA dalam bidang kesehatan!
7. Mengapa penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kesehatan hanya boleh dilakukan oleh pihak yang berwenang dan hanya bisa dilakukan dalam keadaan mendesak?

Rangkuman

A. Bahan Kimia di Rumah Tangga

1. Bahan pembersih terdiri dari bahan kimia utama (bahan aktif) dan bahan kimia tambahan (bahan aditif).
2. Penggunaan bahan kimia pembersih secara berlebih akan menggangu kesehatan pemakai dan kelestarian lingkungan.
3. Bahan pemutih terdiri bahan kimia utama (natrium hipoklorit, kalsium hipoklorit) dan bahan kimia tambahan (air, surfaktan, parfum).
4. Parfum adalah hasil pecampuran berbagai macam *fragrance*.

B. Bahan Kimia dalam Bahan Makanan

1. Pewarna makanan digolongkan menjadi tiga yaitu: pewarna alami, identik dengan pewarna alami, dan pewarna sintetik.
2. *Bahan pemanis* adalah bahan kimia yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang berfungsi untuk memberikan rasa manis.
3. *Bahan pengawet* adalah bahan kimia yang dapat mencegah atau menghambat pembusukan, pengasaman, atau peruraian mikroorganisme sehingga makanan tidak mudah rusak atau menjadi busuk.
4. Bahan pengawet tradisional yang sering digunakan antara lain garam dapur, gula, cuka, dan lada.

C. Bahan Kimia di Bidang Industri, Pertanian, dan Kesehatan

1. Cat adalah pigmen yang terbagi halus (terdispersi) di dalam suatu pelarut (medium pendispersi). Selain pigmen dan pelarut masih terdapat kandungan kimia lain yang berfungsi memperbaiki fungsi-fungsi dari cat.
2. Pupuk adalah senyawa atau campuran senyawa yang mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (unsur hara).
3. Pestisida adalah bahan kimia yang dapat digunakan untuk membasmi hama.
4. Obat adalah suatu zat (bahan kimia) yang digunakan untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit pada manusia atau hewan.
5. Sumber radiasi yang digunakan untuk penyembuhan penyakit (kanker misalnya) berasal dari zat radioaktif (radioisotop).

D. Zat adiktif dan Psikotropika

1. *Psikotropika* adalah obat keras tertentu bukan narkotika yang diperlukan dalam pengobatan, namun dapat pula menimbulkan ketergantungan psikis dan fisik yang sangat merugikan bila digunakan tanpa pengawasan yang seksama.
2. Zat Adiktif dan Psikotropika yang dalam istilah sehari-hari dikenal dengan nama Narkoba (narkotika dan obat berbahaya) atau NAPZA (narkotika, psikotropika, dan zat adiktif)

Evaluasi

Pengecekan Konsep

Pilihlah jawaban yang tepat

1. Bahan kimia utama pada bahan pembersih disebut dengan ....
   a. *Fragrance*
   b. Pigmen
   c. Surfaktan
   d. Desinfektan
2. Salah satu contoh surfaktan adalah ....
   a. LAS
   b. EDTA
   c. Zeolit
   d. Natrium karbonat
3. Bahan aktif pada cairan pemutih adalah ....
   a. Natrium klorida
   b. Magnesium sulfat
   c. Natrium hipoklorit
   d. Kalsium karbonat
4. Yang bukan merupakan fungsi dari cairan pemutih adalah ....
   a. Sebagai penghilang noda
   b. Sebagai pembunuh kuman
   c. Sebagai desinfektan
   d. Sebagai penguat surfaktan
5. Bahan kimia utama pada parfum adalah ....
   a. *Fragrance*
   b. Pigmen
   c. Surfaktan
   d. Desinfektan
6. Yang membedakan bau antara parfum yang satu dengan lainnya adalah ....
   a. Jumlah *fragrance*
   b. Jenis *fragrance*
   c. Jumlah alkohol
   d. Jenis alkohol
7. Salah satu contoh bahan aktif pada anti nyamuk adalah ....
   a. Tranfusi b. *Fragrance*
   c. Transflusi d. Transfultrin
8. Pengaruh negatif dari pemakaian anti nyamuk bakar adalah ....
   a. Gangguan pada kulit.
   b. Gangguan penglihatan.
   c. Gangguan pernapasan.
   d. Gangguan pencernaan.
9. Keadaan dimana padatan pigmen cat terbagi halus di dalam cairan disebut ....
   a. terdekantasi c. terapung
   b. terdispersi d. terdistribusi
10. Unsur hara yang dibutuhkan dalam jumlah besar oleh tanaman disebut unsur....
    a. makro
    b. mikro
    c. semi mikro
    d. semi makro.
11. Jika kita menggunakan obat sesuai dengan dosis dan aturan yang dianjurkan, maka diharapkan obat akan memenuhi fungsi .....
    a. psikologik
    b. fisiologik
    c. toksikologik
    d. farmakologik
12. Unsur Co-60 dapat dipakai sebagai salah satu sumber radiasi dalam proses penyembuhan kanker. Unsur Co-60 tergolong ke dalam unsur ....
    a. mikro
    b. makro
    c. hara
    d. radioaktif.

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut ini!

1. Apa pendapatmu mengenai penggunaan pewarna tekstil atau pewarna cat yang digunakan untuk makanan ?
2. Menurut kamu, perlukah bahan makanan dicantumkan dalam kemasannya ? Jelaskan.
3. Sebutkan bahan makanan apa saja yang terdapat dalam semangkok mi bakso ? Jelaskan masing-masing.
4. Jelaskan, apa yang dimaksud dengan narkoba/NAPZA?
5. Sebutkan berbagai contoh jenis-jenis/ golongan narkoba?
6. Apa yang dimaksud dengan ketagihan/ adiksi (*addiction*) dan ketergantungan?
7. Sebutkan 3 contoh penggunaan NAPZA dalam bidang kesehatan!
8. Mengapa penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kesehatan hanya boleh dilakukan oleh pihak yang berwenang dan hanya bisa dilakukan dalam keadaan mendesak?

Pengembangan Keterampilan

Mengamati dan mengklasifikasikan

Cobalah kamu kumpulkan bekas kemasan makanan yang mencantumkan bahan-bahannya, kemudian lakukan:

1. Identifikasi bahan-bahan kimia yang termasuk dalam makanan.
2. Klasifikasi bahan kimia dalam makanan atau minuman berdasarkan fungsinya

Penilaian Kinerja

Laporan: Lakukan penyelidikan di perpustakaan tentang berbagai penyalahgunaan narkoba dan akibat-akibatnya, lalu tulislah laporannya. Laporanmu sebaiknya memuat pula segala pencegahan yang harus diindahkan berkaitan dengan penyalahgunaan narkoba tersebut.

Berfikir Kritis

1. Mengapa deterjen diperlukan dalam proses mencuci baju?
2. Mengapa dalam produk deterjen kadang ditambahkan bahan pemutih?
3. Mengapa orang harus bersusah payah mengecat perabot yang ada di rumah tangga ?
4. Mengapa pemberian pupuk anorganik secara berlebihan justru akan menurunkan mutu tanah ?
5. Mengapa kita harus patuh kepada dosis dan aturan penggunaan obat ?
6. Apa yang dimaksud dengan ketagihan/ adiksi (addiction) dan ketergantungan?
7. Mengapa penggunaan zat adiktif dan psikotropika dalam bidang kesehatan hanya boleh dilakukan oleh pihak yang berwenang dan hanya bisa dilakukan dalam keadaan mendesak?

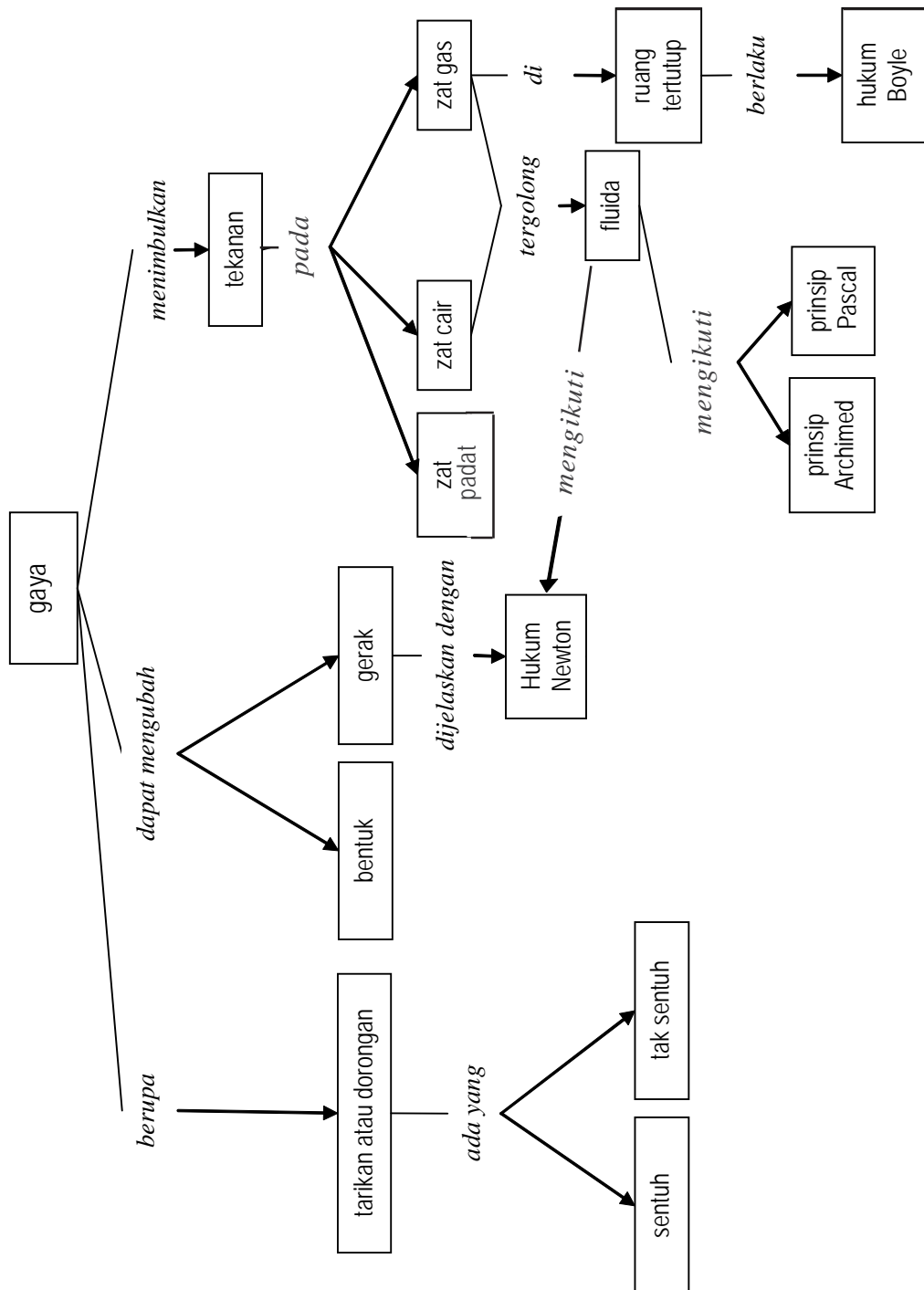
BAB 8 Gaya dan Tekanan

A. Gaya
B. Gerak Dipercepat
C. Aksi dan Reaksi
D. Tekanan

Sumber: http://www.k53.pbase.com

Peta Konsep

Peta Konsep Gaya dan Tekanan

- gaya *berupa* → tarikan atau dorongan
  - *ada yang* → sentuh, tak sentuh
- gaya *dapat mengubah* → bentuk, gerak
  - gerak *dijelaskan dengan* → Hukum Newton
- gaya *menimbulkan* → tekanan
  - tekanan *pada* → zat padat, zat cair, zat gas
    - zat cair, zat gas *tergolong* → fluida
      - fluida *mengikuti* → Hukum Newton
      - fluida *mengikuti* → prinsip Archimed, prinsip Pascal
    - zat gas *di* → ruang tertutup *berlaku* → hukum Boyle

Peta Konsep Hukum Newton
Hukum Newton
meliputi
Hukum Pertama Newton
Hukum Kedua Newton
Hukum Ketiga Newton
disebut juga
Hukum Kelembaman
menyatakan bila tidak ada gaya luar
Benda diam tetap diam
Benda yang ber-GLB tetap ber-GLB
Menjelaskan kaitan
Gaya (F)
Massa (m)
percepatan (a)
dengan hubungan
a = F/m
disebut juga
Hukum Aksi-Reaksi
menyatakan
Gaya Reaksi Sama Besar dengan Gaya Aksi
Gaya Reaksi Berlawanan Arah dengan Gaya Aksi

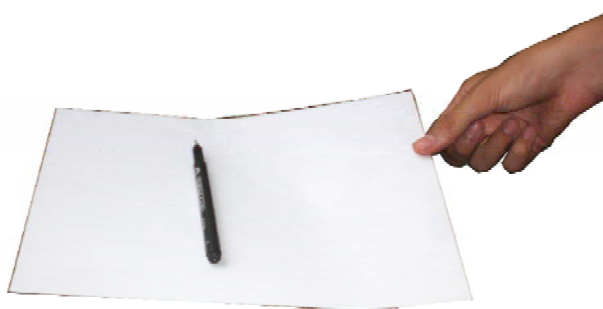
BAB 8

Gaya dan Tekanan

Amatilah gerak benda-benda di sekitarmu; dedaunan yang melambai-lambai, lalu lalang kendaraan di jalan raya atau seorang anak yang berlari-lari. Renungkan, bagaimana benda-benda itu dapat bergerak? Apa yang menyebabkan benda dapat bergerak? Apa yang kamu rasakan bila kamu menyelam? Kamu akan menemukan jawabannya setelah mempelajari bab ini, yang mendiskusikan tentang gaya dan tekanan. Kamu akan mengawali kegiatanmu dengan menyelidiki keterkaitan penting antara gerak dan gaya, yang dapat menjelaskan banyak pengamatan yang kamu jumpai sehari-hari. Lakukan *Kegiatan Penyelidikan* di bawah ini untuk mengeksplorasi gaya dan akibatnya terhadap gerak benda.

Kegiatan Penyelidikan

Menemukan kaitan Gerak dan Gaya

1. Letakkan sebuah pensil atau pulpen berbentuk silinder di atas sehelai kertas.
2. Peganglah ujung kertas itu.
3. Tariklah dengan cepat kertas itu dengan arah horizontal. Apa yang terjadi pada pensil atau pulpenmu?
4. Lakukan lagi kegiatan di atas berulang-ulang, dengan tarikan kertas sangat lambat, lambat, agak cepat, dan cepat.
5. Ulangi kegiatan di atas untuk benda-benda lain yang diletakkan di atas kertas.
6. Catatlah hasil pengamatanmu.

Jurnal IPA

Dalam Jurnal IPAmu, jelaskan mengapa pensil, pulpen, atau benda-benda lain tersebut berkelakuan seperti yang kamu amati!

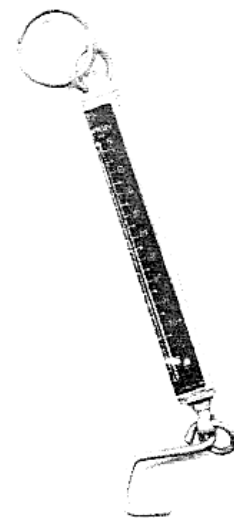
Gaya A

Apakah Gaya Itu?

Doronglah daun pintu sehingga terbuka. Tariklah sebuah pita karet. Tekanlah segumpal tanah liat. Angkatlah bukumu. Pada setiap kegiatan itu kamu mengerahkan sebuah gaya. Gaya adalah suatu tarikan atau dorongan yang dikerahkan sebuah benda terhadap benda lain. Kadang-kadang, akibat suatu gaya tampak demikian jelas, seperti saat sebuah mobil sedang melaju dan menabrak sebatang pohon. Akan tetapi, akibat gaya-gaya lain tidak sejelas pohon yang ditabrak itu. Dapatkah kamu merasakan gaya dari lantai yang bekerja pada kakimu?

Catatlah semua gaya yang mungkin kamu lakukan atau alami pada suatu hari tertentu. Bayangkan tindakan-tindakan seperti mendorong, menarik, merenggangkan, meremas, membengkokkan, dan menjatuhkan benda. Pada saat itu kamu mengerahkan gaya kepada benda tersebut.

Bagaimana kamu dapat mengukur besar gaya? Besar gaya diukur dengan neraca pegas, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.1**. Gaya diukur dalam satuan newton (N).

Kata-kata IPA
Gaya
Gaya-gaya setimbang
Gaya resultan
Kelembaman
Hukum I Newton
Gesekan

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 8.1
Neraca pegas.

Gaya Sentuh dan Gaya Tak Sentuh

Pada saat kamu mendorong meja, kamu harus menyentuh meja itu untuk mengerahkan gaya kepada meja itu. Demikian pula jika kamu hendak melontarkan batu dengan menggunakan ketapel. Gaya otot pada saat kamu mendorong meja dan gaya pegas pada saat kamu melontarkan batu dengan ketapel termasuk gaya sentuh. Disebut gaya sentuh karena sebuah benda yang memberikan gaya harus menyentuh benda lain yang dikenai gaya tersebut. Contoh lain gaya sentuh adalah gaya gesekan, yang akan kita bahas nanti.

Jika kamu melepaskan kapur dari ketinggian tertentu, maka kapur itu akan jatuh ke bawah, ditarik oleh gaya gravitasi Bumi. Gaya gravitasi termasuk gaya tak sentuh, karena tanpa harus melalui sentuhan kapur dan Bumi. Gaya listrik dan gaya magnet adalah contoh lain gaya tak sentuh.

Akibat Gaya terhadap Benda

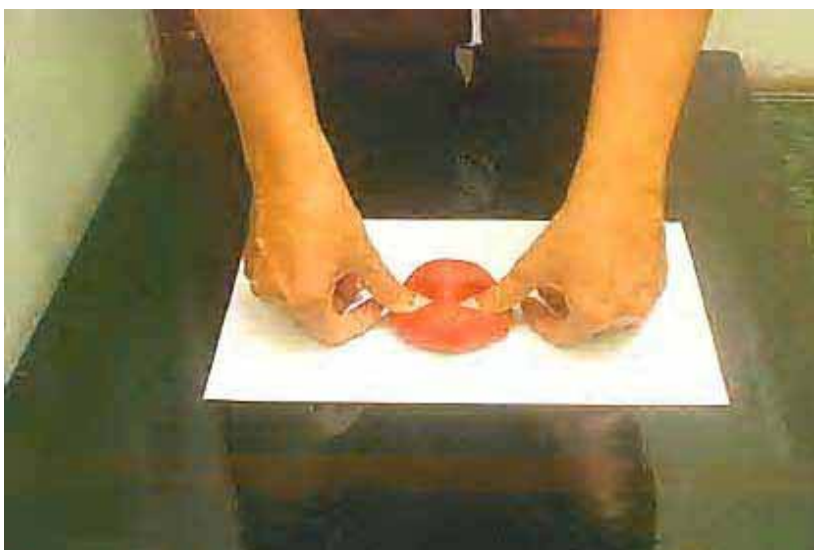
Apa yang terjadi pada sebuah benda saat gaya dikenakan pada benda tersebut? Apabila sebuah benda sedang bergerak, apakah gaya tersebut mengubah kecepatan benda itu? Perhatikan anak yang baru saja menendang bola seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.2**. Kecepatan bola tersebut tentunya berubah begitu benturan terjadi. Jadi gaya dapat mengubah kecepatan benda.

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 8.2
Gaya yang dikerahkan kaki Danang pada bola membuat kecepatan bola itu berubah.

Perhatikan plastisin yang ditekan pada **Gambar 8.3**. Pada saat menekan plastisin, tangan itu memberikan gaya kepada plastisin itu. Bagaimana bentuk plastisin setelah ditekan? Ternyata gaya juga dapat menyebabkan bentuk benda berubah.

Gaya-gaya Setimbang

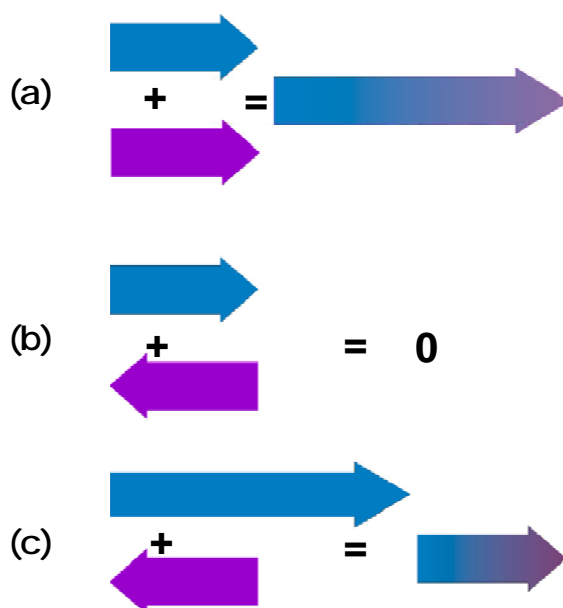
Gaya-gaya tidak selalu mengubah kecepatan. **Gambar 8.4** memperlihatkan pertandingan tarik tambang. Kedua tim tersebut sama-sama mengerahkan gaya dengan arah berlawanan. Bila kedua tim tersebut tidak bergerak, maka gaya yang dilakukan kedua tim pada tali tersebut sama besar. Gaya yang menarik tali ke kiri diimbangi dengan gaya yang menarik tali ke kanan. Gaya-gaya yang besarnya sama dan arahnya berlawanan yang bekerja pada sebuah benda disebut gaya-gaya setimbang.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.3
Gaya dapat mengubah bentuk benda.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.4
Dalam permainan tarik tambang, kedua tim mengerahkan gaya. *Mengapa tambang itu tidak bergerak?*

Gaya-gaya Tak setimbang

Pernahkah kamu menarik sebuah gerobak yang bermuatan? Untuk membuat gerobak bergerak, kamu harus menarik gerobak tersebut. Jika gaya yang kamu kerahkan tidak cukup besar, kamu mungkin meminta bantuan temanmu. Temanmu mungkin akan menarik gerobak itu bersamamu atau mendorongnya dari belakang. Dua gaya tersebut, yaitu gaya dari kamu dan temanmu akan bekerja *pada arah yang sama*. Jika dua gaya bekerja pada arah yang sama, maka kedua gaya itu dijumlahkan, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.5a**. Gaya total atau gaya resultan pada gerobak tersebut sama dengan jumlah kedua gaya itu. Jika

Gambar 8.5
Dua gaya dapat bergabung sehingga dua gaya itu dapat dijumlahkan (a), menjadi setimbang (b), atau dikurangkan (c).

gaya total pada suatu benda menuju ke arah tertentu, gaya tersebut disebut gaya-gaya tak setimbang. Gaya-gaya tak setimbang *selalu* mengubah kecepatan sebuah benda.

Apabila temanmu mendorong gerobak dengan arah yang berlawanan dengan arah gaya dorongmu, gaya-gaya itu digabung dengan cara yang berbeda. Jika dua gaya berlawanan arah, maka gaya total kedua gaya tersebut merupakan selisih kedua gaya. Jika satu gaya lebih besar daripada gaya yang lain, gerobak itu akan bergerak ke arah gaya yang lebih besar **(Gambar 8.5c)**. Dalam hal ini temanmu jelas tidak membantu kamu. Menurut pendapatmu apa yang terjadi jika gaya dorongmu dan gaya dorong temanmu sama dan berlawanan arah, seperti **Gambar 8.5b**?

Jadi seperti ditunjukkan **Gambar 8.5,** gaya dapat digambarkan sebagai anak panah. Panjang anak panah menunjukkan besar gaya, dan arah anak panah menunjukkan arah gaya. Dengan menggunakan anak panah ini kamu dapat menyatakan berapa besar hasil gabungan gaya-gaya itu dan ke mana arahnya.

Kelembaman dan Massa

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 8.6
Dapatkah kamu memprediksi, apa yang terjadi dengan buku di pangkuan anak ini seandainya kursi roda tersebut tiba-tiba berhenti?

Andaikan kamu sedang duduk di dalam sebuah mobil yang melaju kencang. Apa yang terjadi padamu saat mobil tersebut tiba-tiba direm? Kamu akan terdorong ke depan. Terdorongnya badanmu itu memperlihatkan contoh sifat kelembaman. Kelembaman (inersia) adalah kecenderungan setiap benda melawan tiap perubahan dalam geraknya. Dengan kata lain kelembaman adalah kecenderungan sebuah benda untuk mempertahankan geraknya. Kamu dapat membayangkan hal ini sebagai sifat “malas” sebuah benda. Jika sebuah benda sedang bergerak, benda itu akan terus bergerak dengan kelajuan dan arah yang sama kecuali ada gaya-gaya tak setimbang yang bekerja pada benda itu. Dengan kata lain kecepatan benda tersebut tetap, kecuali ada suatu gaya mengubah kecepatan benda itu. Jika sebuah benda diam, benda tersebut cenderung tetap diam. Kecepatannya tetap nol kecuali ada gaya yang menyebabkan benda itu bergerak. Dapatkah kamu meramalkan apa yang terjadi dengan buku di pangkuan anak pada **Gambar 8.6** seandainya kursi roda yang meluncur tiba-tiba berhenti?

Apakah sebuah bola besi tolak peluru memiliki kelembaman yang sama dengan kelembaman kelereng? Tentu saja kelembamannya berbeda, karena kamu lebih mudah menggerakkan kelereng dibanding bola besi tolak peluru. Semakin besar massa sebuah benda, kelembamannya juga semakin besar. Ingatlah kembali bahwa massa adalah jumlah materi dalam sebuah benda, dan bola besi tolak peluru tentunya mengandung materi lebih banyak daripada sebuah kelereng. Jadi bola besi tolak peluru itu memiliki kelembaman lebih besar daripada kelembaman kelereng. Oleh karena bola besi tolak peluru memiliki kelembaman lebih besar, maka lebih banyak gaya yang diperlukan untuk mengubah kecepatannya.

Hukum Pertama Newton

Kamu telah mempelajari bahwa setiap benda memiliki kelembaman, dan gaya dapat mengubah gerak benda. Sir Isaac Newton **(lihat Gambar 8.7)** merumuskan hukum-hukum yang mengatur keterkaitan gaya dengan gerak. Ada tiga hukum Newton tentang gerak. Kita akan bahas dahulu hukum pertama Newton.

http://www.imechanica.org.

Gambar 8.7
Sir Isaac Newton (1642-1727), ilmuwan yang tekun dan jenius dari Inggris, merumuskan tiga hukum tentang gerak. Hukum ini selanjutnya dikenal sebagai Hukum Newton tentang gerak.

Hukum pertama Newton tentang gerak menyatakan bahwa *sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan tetap akan terus bergerak dengan kecepatan tersebut kecuali ada gaya resultan bekerja pada benda itu. Jika sebuah benda dalam keadaan diam, benda tersebut tetap diam kecuali ada gaya resultan yang bekerja pada benda itu.*

Perhatikan, hukum ini sama dengan peristiwa kelembaman. Jadi, kamu akan dapat memahami mengapa hukum ini kadang-kadang disebut *hukum kelembaman*. Apa kamu lakukan dan amati dalam Kegiatan Penyelidikan salah satunya memperlihatkan berlakunya hukum kelembaman ini. Demikian juga halnya dengan peristiwa pada **Gambar 8.6.** Untuk lebih meyakinkan kamu tentang berlakunya hukum ini dalam kehidupan sehari-hari, perhatikan **Gambar 8.8.** Selanjutnya bacalah dengan cermat "Sabuk Pengaman" untuk mendapatkan penjelasan bagaimanakah cara mencegah bahaya yang ditimbulkan oleh kelembaman tubuhmu.

(a) Orang itu mendorong gerobak dengan kecepatan tetap. Jerigen-jerigen itu juga bergerak dengan kecepatan tetap. Tidak ada gaya total yang bekerja pada gerobak maupun pada jerigen tersebut.

(b) Gerobak menabrak penghalang, dan berhenti. Sementara itu, jerigen-jerigen kecil itu terus bergerak ke depan walaupun tidak ada yang mendorongnya. Kelembaman jerigen-jerigen itu membuatnya bergerak ke depan. Jerigen-jerigen itu juga mulai jatuh ke bawah karena gaya gravitasi menariknya ke bawah.

(c) Akhirnya jerigen-jerigen kecil itu diam tergeletak di tanah.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.8
Kamu dapat mengamati berbagai contoh hukum pertama Newton beraksi dalam kehidupan sehari-hari.

Penerapan

Sabuk Pengaman

Apakah kamu selalu menggunakan sabuk pengaman pada saat mengendarai mobil? Atau, pernahkah kamu melihat atau mendengar anjuran menggunakan sabuk pengaman pada saat mengendarai mobil? Mengapa orang yang mengendarai mobil perlu menggunakan sabuk pengaman?

Melalui berbagai eksperimen, para ilmuwan mengetahui bahwa luka parah dan kematian pada penumpang akibat kecelakaan mobil dapat dicegah. Caranya adalah dengan menggunakan sabuk pengaman yang menyilang pada bahu, dada, dan pangkuan penumpang.

Apa yang terjadi dalam sebuah tabrakan? Apabila sebuah mobil yang melaju dengan kecepatan sekitar 50 km/jam menabrak benda besar yang padat, mobil tersebut akan ringsek dan berhenti mendadak dalam waktu sekitar 0,1 s. Karena *kelembamannya*, penumpang yang tidak memakai sabuk pengaman akan terus bergerak maju dengan kecepatan 50 km/jam, sama dengan kecepatan mobil tersebut. Kecepatan ini kurang lebih sama dengan kecepatan penumpang itu apabila jatuh dari lantai tiga sebuah gedung! Dalam waktu sekitar 0,02 s setelah mobil berhenti, penumpang itu akan membentur *dashboard,* kemudi, atau bagian belakang kursi di depannya.

Penumpang yang mengenakan sabuk pengaman seperti gambar di samping ini akan tetap tertahan di kursi. Penumpang itu akan melambat seiring dengan melambatnya mobil. Gaya yang diperlukan untuk mem-perlambat seseorang dari 50 km/jam menjadi nol dalam waktu 0,1 s sama dengan 14 kali beratnya.

Sabuk pengaman itu "memberi" sedikit waktu tambahan untuk me-lambat bagi penumpang itu, pada saat sabuk sedikit meregang menahan or-ang tersebut. Disamping itu, sabuk tersebut juga menyebarkan gaya, sehingga gaya itu tidak memusat hanya pada satu bagian tubuh orang tersebut.

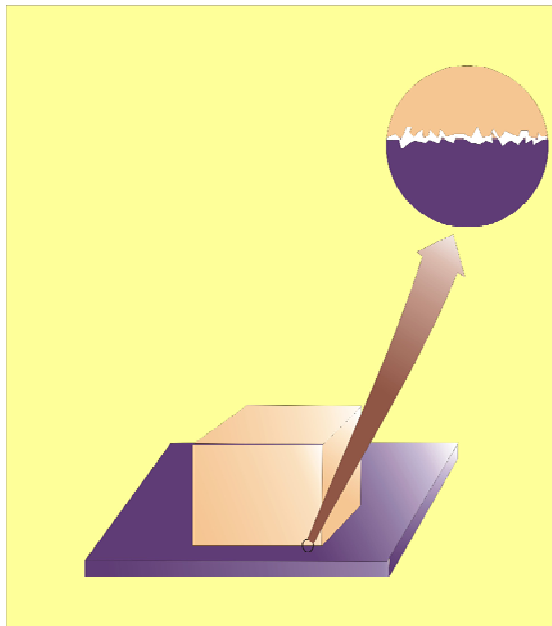
Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.9
Buku yang diluncurkan di atas meja akhir-nya berhenti. *Mengapa hal ini terjadi?*

Gesekan

Kamu baru saja mempelajari bahwa kelembaman menyebabkan sebuah benda yang bergerak dengan kecepatan tetap akan tetap bergerak pada kecepatan tersebut, kecuali ada gaya-gaya tak setimbang yang bekerja padanya. Akan tetapi, seperti ditunjukkan **Gambar 8.9**, jika kamu meluncurkan sebuah buku di atas meja, gerak buku semakin lama semakin pelan, dan akhirnya berhenti. Mengapa buku itu berhenti?

Sebuah gaya tak terlihat bekerja antara buku dan meja tersebut. Gaya itu adalah gesekan. Gesekan adalah gaya yang melawan gerakan antara dua permukaan yang saling bersentuhan. Gesekan itulah yang menyebabkan gerakan buku itu menjadi semakin lambat dan akhirnya berhenti. Menurut pendapatmu, gesekan manakah yang lebih besar: antara jalan basah dengan sepatumu ataukah antara jalan kering dengan sepatumu? Besar gesekan bergantung pada dua faktor, yaitu tingkat kekasaran kedua permukaan dan gaya yang menekan terhadap kedua permukaan yang bergesekan itu. Perhatikan permukaan dua benda yang bergesekan pada **Gambar 8.10**. Lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 6.1** untuk menyelidiki pengaruh kekasaran permukaan terhadap mudahnya benda bergerak.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.10
Dua permukaan yang bersentuhan ketika di-perbesar, tampak amat tidak teratur dan kasar. Besar kecilnya gesekan yang timbul pada kedua permukaan ini dipengaruhi oleh kekasaran permukaan tersebut.

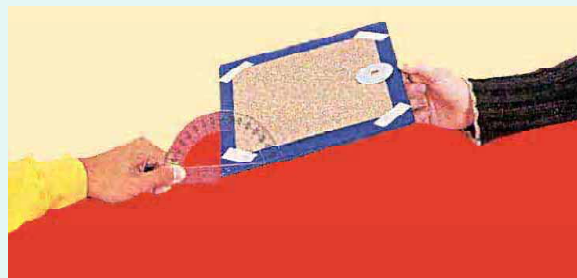
Lab Mini 8.1

Menganalisis Data Gesekan

Papan luncur di tempat bermain anak-anak tidak menyenangkan apabila gesekan antara papan dengan anak yang terlalu besar. Apa yang mempengaruhi besarnya gesekan itu?

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997.

Langkah-langkah

1. Gunakan karton tebal dan kamu tahan salah satu sisinya agar membentuk bidang miring.
2. Aturlah kemiringan bidang miring itu sedemikian rupa sehingga uang logam seratusan dapat meluncur turun sampai di bawah.
3. Lekatkan bahan dengan jenis permukaan yang berbeda (misalnya kertas folio, kertas koran, dan kertas manila) pada bidang miringmu. Temukan sudut kemiringan tiap jenis permukaan untuk membuat uang logam tersebut meluncur ke bawah. Ukur sudut kemiringan tersebut dengan busur derajat seperti ditunjukkan pada gambar di atas. Catat datamu pada sebuah tabel data.

Analisis

1. Di antara tiga jenis permukaan tersebut, permukaan manakah yang memerlukan sudut paling kecil bagi logam itu untuk meluncur ke bawah? Apa perbedaan permukaan itu dengan permukaan lain?
2. Bagaimanakah kamu dapat mengubah permukaan itu, agar sudut kemiringan untuk menggerakkan uang logam tersebut lebih kecil?

Gesekan Statis dan Gesekan Kinetis

Tentunya kamu pernah melihat orang yang sedang mendorong atau menarik sesuatu benda yang berat di atas lantai kasar. Untuk membuat benda itu mulai bergerak, orang itu mengerahkan gaya yang besar. Namun ketika benda sudah bergerak, orang itu lebih santai dan hanya mengerahkan gaya yang tidak sebesar gaya sebelumnya untuk membuat benda tetap bergerak.

Gambaran di atas mirip dengan apa yang kamu lakukan dalam **Lab Mini 8.2**, diperlihatkan pada **Gambar 8.11**. Ketika kamu mengerahkan gaya yang relatif kecil pada balok, balok itu belum bergerak. Hal ini karena terdapat gaya gesekan antara permukaan balok dengan meja. Gaya gesekan ini besarnya sama dengan gaya yang kamu kerahkan, sehingga membentuk gaya-gaya setimbang dan benda diam. Gaya gesek yang terjadi pada saat benda masih diam disebut gaya gesek statis. Bila gaya yang kamu

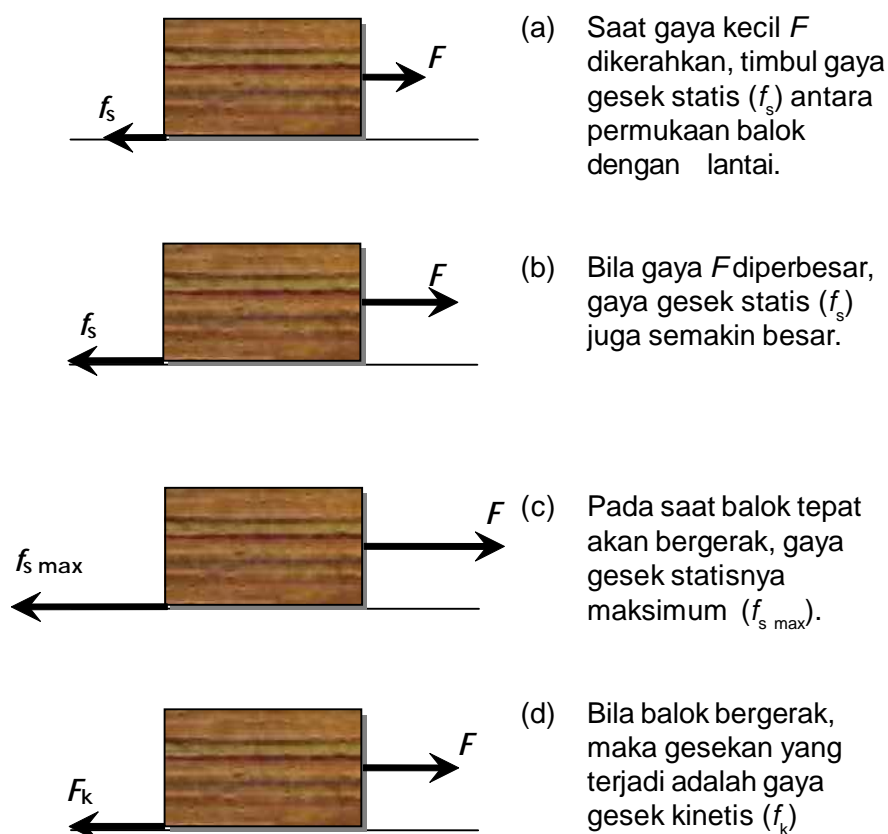
kerahkan pada balok semakin besar, maka gaya gesek statisnya juga semakin besar, sampai dengan benda *tepat akan bergerak*. Pada saat ini gaya geseknya terbesar, disebut gaya gesek statis maksimum. Bila kamu memperbesar gaya tarikmu pada balok, maka gaya yang kamu kerahkan melebihi gaya gesek statis maksimum dan benda menjadi bergerak.

Pada saat kamu menarik balok dengan kecepatan tetap, sesuai hukum pertama Newton resultan gaya yang bekerja pada balok sama dengan nol. Hal ini berarti gaya yang kamu kerahkan tersebut disetimbangkan oleh gaya gesek antara permukaan balok dengan meja. Gaya gesek yang terjadi pada saat benda bergerak disebut gaya gesek kinetis. Sesuai dengan hasil pengukuran yang kamu lakukan dalam **Lab Mini 8.2**, besar gaya gesek kinetis *lebih kecil* daripada gaya gesek statis maksimum.

(a) Saat gaya kecil *F* dikerahkan, timbul gaya gesek statis (f_s) antara permukaan balok dengan lantai.

(b) Bila gaya *F* diperbesar, gaya gesek statis (f_s) juga semakin besar.

(c) Pada saat balok tepat akan bergerak, gaya gesek statisnya maksimum ($f_{s\ max}$).

(d) Bila balok bergerak, maka gesekan yang terjadi adalah gaya gesek kinetis (f_k)

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.11
Balok yang terletak di atas permukaan kasar ditarik dengan gaya *F*.

Lab Mini 8.2

Gesekan Statis dan Kinetis

Prosedur

1. Letakkan balok berpengait di atas meja. Kaitkan neraca pegas pada balok tersebut.
2. Tariklah balok tersebut, dengan gaya makin lama semakin besar. Perhatikan besar gaya yang kamu kerahkan pada neraca pegas. Perbesar terus gaya tarikmu, hingga balok *tepat akan bergerak*. **Ukurlah** gaya yang kamu perlukan untuk menarik balok pada saat itu.
3. Tariklah balok tersebut, sehingga balok *bergerak dengan kecepatan tetap.* **Ukurlah** gaya yang kamu perlukan untuk menarik balok pada saat itu.

Analisis

Apa yang menyebabkan balok tersebut belum bergerak, walaupun kamu mengerahkan gaya padanya? **Bandingkan** penunjukan gaya pada neraca pegas, saat balok tepat akan bergerak dan saat balok bergerak dengan kecepatan tetap.

Hidup Tanpa Gesekan?

Gesekan tidak selalu merugikan. Jika tidak ada gesekan, hidupmu menjadi sangat berbeda. Kamu tidak akan dapat berjalan atau bahkan menggenggam suatu benda. Gesekan antara sol sepatumu dengan lantai memungkinkan kamu berjalan. Kamu dapat menggenggam sebuah benda dengan jari-jarimu karena ada gesekan. Temukan contoh gaya gesekan yang lain dalam kehidupan sehari-hari.

Pada saat kamu menyelesaikan subbab ini, kamu seharusnya lebih menyadari bahwa gaya dan gerak merupakan bagian dari segala sesuatu yang kamu lakukan dan yang terjadi di sekitarmu.

Jurnal IPA

Kelembaman memegang peran penting dalam berbagai olah raga. Dalam Jurnal Sainsmu, tulislah sebuah karangan yang menggambar-kan peran kelembaman dalam olah raga kesukaanmu.

Intisari Subbab

1. Jelaskan, manakah yang memiliki kelembaman lebih besar, mobil sedan yang melaju cepat ataukah truk yang sedang parkir.
2. Kamu tentunya pernah melihat orang melumasi bagian-bagian tertentu sepedanya. Mengapa mereka melakukan hal itu?
3. **Berpikir kritis**: Pikirkan dan kemudian jelaskan 3 contoh olah raga yang memanfaatkan gaya untuk mengubah kecepatan sebuah benda atau seseorang.

Bina Keterampilan

Mengenal Sebab Akibat

Jelaskan apa yang terjadi pada tubuhmu ditinjau dari kelembaman, gesekan, dan gaya pada saat kamu terpeleset dan jatuh di atas tanah yang licin.

Gerak Dipercepat

Hukum Kedua Newton tentang Gerak

Kata-kata IPA
Hukum kedua Newton tentang gerak
Percepatan gravitasi
Hambatan udara

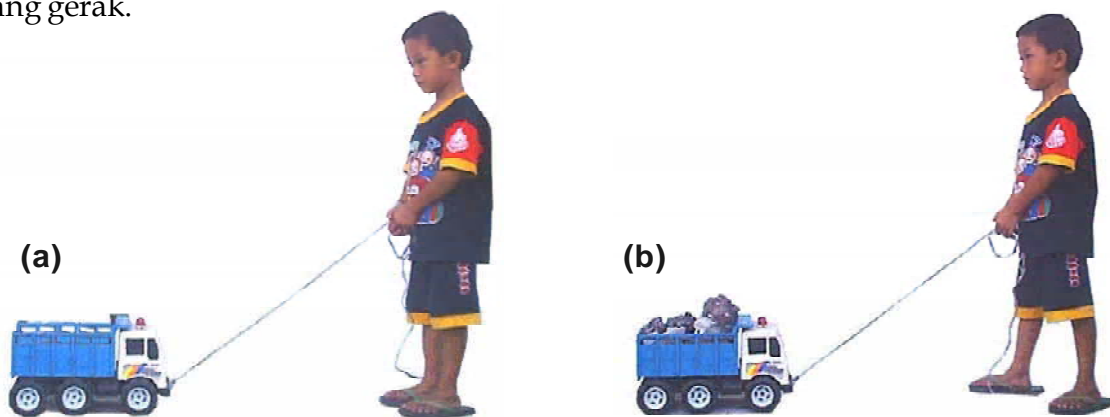
Pernahkan kamu menarik mobil-mobilanmu? Perhatikan **Gambar 8.12**. Jika kamu tarik, mobil mainanmu mulai bergerak. Semakin kuat kamu menariknya, semakin cepat mobil itu bergerak. Jadi semakin besar gaya yang dikerahkan, semakin besar pula percepatannya. Jika mobil-mobilanmu kamu beri beban, kamu harus menarik lebih kuat untuk membuatnya bergerak. Gaya lebih besar juga diperlukan untuk mempercepat mobil-mobilanmu yang telah kamu beri beban tersebut.

Jadi gaya yang dikerahkan pada sebuah benda sehingga benda tersebut mengalami percepatan sebanding dengan massa benda dan percepatan benda itu. Secara matematis pernyataan tersebut dapat ditulis:

Gaya = massa × percepatan

atau

$$F = m \times a$$

Persamaan ini dikenal dengan hukum kedua Newton tentang gerak.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.12
(a) Percepatan yang terjadi pada mobil-mobilan bergantung pada besar gaya yang dikerahkan anak tersebut.
(b) Agar mobil-mobilan yang bermuatan itu dapat bergerak dengan percepatan sama, anak tersebut harus menariknya dengan gaya yang lebih besar.

Bila massa bersatuan kilogram (kg) dan percepatan bersatuan m/s^2, maka gaya bersatuan kg m/s^2. Perhatikan, satuan kg m/s^2 disebut juga newton (N). Satu newton sama dengan gaya yang diperlukan untuk mempercepat benda bermassa 1 kg dengan percepatan 1 m/s^2. Dengan kata lain 1 N = 1 kg $\times$ 1 m/s^2.

Perhatikan pemain tenis meja pada **Gambar 8.13.** Pemain itu memanfaatkan sebuah raket untuk menghasilkan percepatan pada bola tenis meja tersebut. Pengaruh apa yang akan diperoleh terhadap percepatan bola, jika pemain tersebut menggunakan bola tenis yang lebih berat (misalnya bola tenis lapangan)? Apa yang harus dilakukan pemain itu agar bola tenis mejanya memiliki percepatan besar saat dipukul?

Gaya yang bekerja pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut dipercepat dalam arah yang sama dengan arah gaya itu. Percepatan itu ditentukan oleh besar gaya dan massa benda tersebut. Gaya lebih besar yang bekerja pada suatu benda menyebabkan percepatan yang lebih besar. Benda bermassa lebih besar memerlukan gaya yang lebih besar daripada benda yang bermassa lebih kecil untuk mencapai percepatan yang sama. Berarti sekarang seharusnya kamu dapat menjawab pertanyaan **Gambar 8.13**.

Dapatkah kamu menjelaskan dengan hukum kedua Newton, mengapa mobil kecil mengkonsumsi lebih sedikit bensin untuk menempuh jarak yang sama dengan yang ditempuh mobil besar? Perhatikan contoh soal berikut agar dapat menerapkan hukum kedua Newton dalam kehidupan sehari-hari.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.13
Apa yang dapat dilakukan pemain tenis meja tersebut agar mendapatkan percepatan yang besar pada bolanya?

Penggunaan Matematika

Menghitung Gaya

Soal Contoh

Seseorang mendorong meja 250 kg dengan gaya 75 N. Berapakah percepatan meja tersebut?

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. **Apa yang diketahui?**
   massa meja, m = 250 kg
   gaya, F = 75 N
2. **Apa yang tak diketahui?**
   percepatan, a
3. **Pilih persamaannya, $F = m \times a$**
4. **Penyelesaian:**
   $F = m \times a$, maka $a = \frac{F}{m} = \frac{75}{250} = 0{,}3 \text{ m/s}^2$

Soal Contoh

Berapakah besar gaya yang diperlukan untuk mempercepat sepeda motor bermassa 200 kg dan pengendara bermassa 70 kg sebesar 4 m/s^2?

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. **Apa yang diketahui?**
   massa pengendara, m_p = 70 kg
   massa sepeda motor, m_S = 200 kg
   percepatan, a = 4 m/s^2
2. **Apa yang tak diketahui?**
   gaya yang diperlukan, F
3. **Pilih persamaannya, $F = ma$**
4. **Penyelesaian:**
   Massa total, m , adalah
   70 kg + 200 kg = 270 kg
   F = 270 kg x 4 m/s^2
   = 1080 kg m/s^2 = 1080 N
   Diperlukan gaya sebesar 1080 N

Sumber: http:www//triatmono.worldpress.com.

Soal Latihan

1. Diperlukan gaya 3000 N untuk mempercepat sebuah mobil kosong bermassa 1000 kg pada percepatan 3 m/s^2. Jika seorang pegulat bermassa 160 kg berada di dalam mobil tersebut, berapakah gaya yang diperlukan untuk menghasilkan percepatan yang sama?
2. Seorang anak menarik sebuah mobil-mobilan bermassa 2,5 kg dengan gaya 4 N. Berapakah percepatan mobil-mobilan itu?

Sumber: Awater et al., 1998.

Gambar 8.14
Seperti ditunjukkan foto ini, percepatan sebuah benda jatuh tidak dipengaruhi oleh massa benda itu. *Apa pengaruh kelembaman terhadap benda jatuh?*

Benda Jatuh

Sulit dipercaya, jika kamu menjatuhkan bola besi tolak peluru dan kelereng dari atas jembatan secara serentak, kedua benda tersebut akan tercebur ke dalam air pada saat hampir bersamaan. Hal ini berarti percepatan gerak kedua benda tersebut juga hampir sama. Apakah kamu menduga bola besi tolak peluru menghantam air lebih dulu, karena memiliki massa lebih besar? Memang benar bahwa gaya gravitasi pada bola boling lebih besar, karena massanya lebih besar. Namun massa yang lebih besar membuat kelembaman bola boling tersebut menjadi lebih besar pula, sehingga lebih banyak gaya diperlukan untuk mengubah kecepatannya. Kelereng memiliki massa jauh lebih kecil daripada bola boling, namun kelembamannya juga jauh lebih kecil. **Gambar 8.14** memperlihatkan foto gerak jatuh dua bola. Bola besar memiliki massa lebih besar daripada bola kecil, namun dapat kamu lihat kedua bola tersebut jatuh dengan kecepatan yang sama.

Percepatan oleh Gravitasi

Di dekat permukaan Bumi, gravitasi menyebabkan semua benda jatuh dipercepat sebesar 9,8 m/s^2. Jika demikian, berapakah gaya gravitasi yang bekerja pada benda itu? Gaya gravitasi yang bekerja pada sebuah benda disebut juga berat benda itu. Sesuai dengan hukum kedua Newton, gaya dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$F = m \times a.$$

Berat suatu benda, w, adalah gaya gravitasi F yang bekerja pada massa benda tersebut. Oleh karena itu, kita dapat mengganti F dengan w dan menuliskan

$$w = m \times a.$$

Di permukaan bumi, percepatan oleh gravitasi adalah 9,8 m/s^2, sehingga:

$$w = m \times 9{,}8 \text{ m/s}^2.$$

Berarti benda dengan massa 1 kg, beratnya di permukaan bumi 9,8 kg m/s^2 atau 9,8 N. Kamu dapat menghitung beratmu dalam newton jika kamu mengetahui massa tubuhmu. Sebagai contoh, jika massa tubuhmu 50 kg, maka berat badanmu 490 N.

Ingatlah bahwa pembahasan ini hanya berlaku untuk benda *jatuh bebas*, yakni benda yang dilepaskan dari ketinggian tertentu dan hanya dipengaruhi oleh gaya gravitasi. Pada saat dilepaskan kecepatan benda tersebut sama dengan nol. Jika benda *dilempar ke bawah,* benda tersebut dipengaruhi oleh gravitasi dan gaya ke bawah dari ayunan tangan. Oleh karena itu pada saat benda tersebut dilempar ke bawah, percepatan ke bawah benda itu lebih besar daripada 9,8 m/s^2.

Hambatan Udara

Percepatan gravitasi (*g*) adalah sama untuk semua benda, tidak memandang berapapun besar massanya. Ini berarti jika tidak ada gaya lain selain gaya gravitasi, percepatan semua benda adalah 9,8 m/s^2. Pikirkan hal ini beberapa saat . Apakah sehelai daun jatuh secepat buahnya? Apakah kertas jatuh secepat kapur?

Perhatikan **Gambar 8.15.** Apa yang terjadi jika dua lembar kertas yang sama, salah satunya diremas menjadi bola kertas, kemudian keduanya dijatuhkan secara bersamaan? Jika jawabanmu bahwa bola kertas tersebut sampai di tanah lebih dulu, kamu benar. Namun kenyataan ini tidak sesuai dengan apa baru saja kamu pelajari. Bagaimanakah ketidak-cocokan ini dapat dijelaskan?

Satu-satunya penjelasan untuk kenyataan ini adalah adanya gaya yang bekerja selain gravitasi. Semua benda yang bergerak dalam atmosfer Bumi dipengaruhi oleh hambatan udara. Hambatan udara adalah gaya yang diberikan udara kepada suatu benda bergerak. Gaya ini berlawanan dengan gerak benda tersebut.

Sumber: cf. McLaughin & Thonson, 1997.

Gambar 8.15
Gravitasi dan hambatan udara, dua gaya tersebut bekerja pada kertas, tidak kelihatan. *Bagaimanakah kita mengetahui bahwa gaya-gaya ini ada?*

Pada sebuah benda jatuh, hambatan udara mendorong ke atas ketika gravitasi menarik benda tersebut ke bawah. Besar hambatan udara bergantung pada

kelajuan, ukuran, bentuk, dan kerapatan benda. Hambatan udara ini membuat parasut pada **Gambar 8.16** bergerak ke bawah cukup pelan sehingga orang tersebut dapat mendarat dengan selamat.

Sumber: http://www.resimcity.com.

Gambar 8.16
Hambatan udara yang bekerja pada parasut memungkinkan parasut itu bergerak cukup pelan sehingga penerjun dapat mendarat dengan selamat.

Intisari Subbab

1. Berapakah gaya gravitasi yang bekerja pada buah kelapa bermassa 5 kg yang jatuh dengan percepatan 9,8 m/s^2?
2. Bola sepak massanya lebih besar daripada bola kasti. Gunakan hukum kedua Newton untuk menjelaskan mengapa pemain bola tidak dapat melemparkan bola sepak sejauh bola kasti.
3. **Berpikir kritis:** Gunakan apa yang telah kamu pelajari tentang benda jatuh dan hambatan udara untuk menjelaskan mengapa seorang penerjun payung dapat mendarat dengan selamat.

Bina Keterampilan

Menemukan Persamaan dan Perbedaan

Gunakan timbangan untuk menimbang massa balon kosong dan balon berisi udara. Jatuhkan kedua balon tersebut bersamaan dari ketinggian yang sama. Apakah persamaan dan perbedaan kelajuan jatuh kedua balon tersebut?

Penggunaan Matematika

Sebuah benda dijatuhkan dari puncak menara. Berapakah kecepatannya pada saat akhir detik ke-2? Pada akhir detik ke-5? Sesaat sebelum menyentuh tanah setelah akhir detik ke-12?

(Gunakan persamaan kecepatan pada gerak lurus berubah beraturan)

Aksi dan Reaksi C

Hukum Ketiga Newton tentang Gerak

Doronglah tembok kelas dengan kedua tanganmu. Apa yang kamu rasakan? Kamu akan merasakan terdorong ke belakang. Semakin kuat kamu mendorongnya, semakin kuat pula kamu merasa terdorong ke belakang. Kakimu atau badanmu akan bergeser ke belakang. Jadi bila kamu memberikan gaya aksi pada sebuah tembok, pada saat yang sama tembok tersebut memberikan gaya reaksi kepadamu, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.17.**

Hukum ketiga Newton tentang gerak menyatakan hubungan gaya aksi-reaksi tersebut, seperti ini: *Apabila suatu benda mengerahkan gaya pada benda kedua, benda kedua tersebut mengerahkan gaya pada benda pertama sama besar dan berlawanan arahnya.* Dalam bahasa yang lebih sederhana dapat dikatakan *"Untuk setiap gaya aksi, terdapat suatu gaya reaksi yang besarnya sama dan arahnya berlawanan."* Dengan kata lain setiap gaya pasti memiliki pasangan yang besarnya sama dan arahnya berlawanan. Pasangan gaya ini disebut pasangan aksi-reaksi.

Kata-kata IPA
Hukum ketiga Newton tentang gerak
Gaya aksi
Gaya reaksi

Pasangan Aksi-Reaksi

Marilah kita bahas contoh lain tentang pasangan aksi-reaksi tersebut. Perhatikan **Gambar 8.18**. Seorang anak sedang melompat dari *skate board*. Pada saat anak itu melompat ke depan, *skate board* meluncur ke belakang. Mengapa hal ini terjadi? Pada saat anak itu melompat, *skate board mengerahkan gaya pada kakinya*, mendorong anak itu bergerak ke depan. Bersamaan dengan itu, *kakinya mengerahkan gaya yang sama besar dan berlawanan arah kepada skate board*, sehingga *skate board* itu bergerak ke belakang.

Gambar 8.17
Saat orang ini mendorong tembok, tembok tersebut mendorong balik dengan gaya yang sama besar.

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.18
Pada saat anak itu melompat ke depan dari *skate board*, ternyata *skate board* bergerak ke belakang.

Gaya-gaya yang Bekerja pada Benda yang Berbeda

Hukum ketiga Newton dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa perenang pada **Gambar 8.19** dapat bergerak melintasi air tersebut. Dengan ayunan lengannya, perenang itu mengerahkan suatu gaya pada air. Air tersebut mendorong balik perenang itu dengan gaya yang sama dan arah berlawanan. Namun, jika gaya itu sama, bagaimana perenang itu dapat bergerak maju? Hal ini dapat terjadi karena gaya-gaya itu bekerja pada benda yang berbeda. Gaya "aksi" bekerja pada air; gaya "reaksi" bekerja pada perenang. Perenang tersebut yang massanya jauh lebih kecil daripada massa sekolam air, mengalami percepatan lebih besar daripada percepatan air tersebut.

Sumber: www.wikimu.com/News.

Gambar 8.19
Ketika tangan dan kaki perenang mendorong air, air tersebut mendorong pe-renang itu, membuatnya bergerak ke depan.

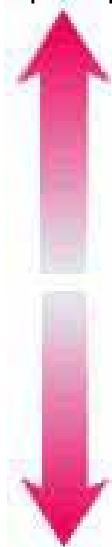
Hal penting yang perlu diingat pada saat berhubungan dengan hukum ketiga Newton adalah bahwa gaya aksi-reaksi bekerja pada benda yang *berbeda*. Jadi, walaupun kedua gaya itu sama, tetapi kedua gaya itu tidak setimbang. Dalam kasus perenang tersebut, air mendorong maju perenang itu, mengatasi gesekan yang ia jumpai. Pasangan gaya-gaya yang terlibat dalam pelemparan sebuah bola basket akan menyebaban kursi roda pada **Gambar 8.20** bergerak mundur.

Ketika anak itu melemparkan bola basket ke depan, ia akan terdorong sedikit ke belakang.

Kamu mungkin mengkaitkan gaya dengan benda-benda aktif seperti manusia, binatang, dan mesin-mesin. Hal ini membuat sulit bagi[n] membayangkan benda-benda seperti tembok, meja, atau lantai dapat mengerahkan gaya. Bagai-manapun juga hal ini memang benar. Tekanlah pojok meja dengan tanganmu. Meja itu mungkin tetap diam, tetapi pada telapak tanganmu membekas permukaan meja itu. Bekas ini merupakan bukti bahwa meja tersebut memberikan gaya kepada tanganmu. Semakin kuat kamu menekannya, semakin kuat pula meja tersebut mendorong tanganmu.

Peluncuran Roket

Mungkin kamu pernah melihat tayangan di televisi mengenai peluncuran roket. Gerak roket adalah contoh lain penerapan hukum ketiga Newton tentang gerak. Perhatikanlah **Gambar 8.21**. Bahan bakar dinyalakan di dalam mesin pembakar, menghasilkan gas panas. Gas panas mendorong ke segala arah di dalam roket, dan menyembur keluar melalui bagian bawah roket. Dorongan gas ke atas tersebut meluncurkan ke atas roket itu. Pada saat gas tersebut menyembur ke bawah, bergerak turun, roket itu bergerak ke arah yang berlawanan, atau naik. Dapatkah kamu menjelaskan, mengapa burung pada **Gambar 8.22** mengepakkan sayapnya? Lakukan kegiatan **Lab Mini 8.3** untuk lebih memahami gaya aksi dan reaksi.

Sumber: http://www.ocw.mit.edu.

Gambar 8.21
"Gaya aksi" dari gas yang mengembang mendorong roket ke atas. "Gaya reaksi" roket mendorong keluar gas itu.

Sumber: http://www.hickerphoto.com.

Gambar 8.22
Saat terbang di udara, burung-burung tersebut bergantung pada hukum ketiga Newton tentang gerak. *Dapatkah seekor burung terbang andaikata tidak ada udara?*

Lab Mini 8.3

Bagaimana kamu dapat mengirimkan "paket" dengan roket balon?

Langkah-langkah

1. Buatlah suatu jalur pengarah untuk roket balonmu dengan membentangkan tali kail 8 m melalui sebuah sedotan. Ikatkan ujung-ujung tali itu pada kursi.
2. Tiup sebuah balon dan tekan rapat-rapat ujungnya. Lekatkan sebuah benda kecil pada balon di tempat yang tidak atau hanya sedikit mengganggu perjalanan roket balon itu.
3. Dengan selotip, lekatkan balon yang telah menggelembung tersebut pada sedotan yang terletak di salah satu ujung tali.
4. Lepaskan balon itu. Ukurlah jarak perjalanan roketmu sampai cm terdekat.

Analisis

1. Apa yang membuat roket meluncur ke depan? Bagaimana peluncuran ini mendemonstrasikan hukum ketiga Newton?
2. Apakah kamu berpikir bahwa roketmu akan bergerak lebih jauh jika tidak membawa beban? Perubahan apa yang dapat kamu lakukan agar roketmu bergerak lebih jauh?

Intisari Subbab

1. Bagaimanakah bunyi hukum ketiga Newton tentang gerak?
2. Dengan menggunakan hukum ketiga Newton tentang gerak, jelaskan apa yang terjadi bila seekor burung mengepakkan sayapnya saat terbang.
3. **Berpikir kritis:** Kamu sedang menarik sebuah mobil mainan. Gaya antara tanganmu dengan tali mobil itu sama dan berlawanan. Namun mobil itu bergerak dipercepat searah dengan gerakmu, namun tali tidak bergerak berlawanan dengan kamu karena ditarik mobil-mobilan menuju ke kamu. Jelaskan, bagaimana hal ini terjadi.

Bina Keterampilan

Keterampilan Menulis

Buatlah tulisan tentang contoh-contoh lain penerapan hukum ketiga Newton tentang gerak.

Tekanan

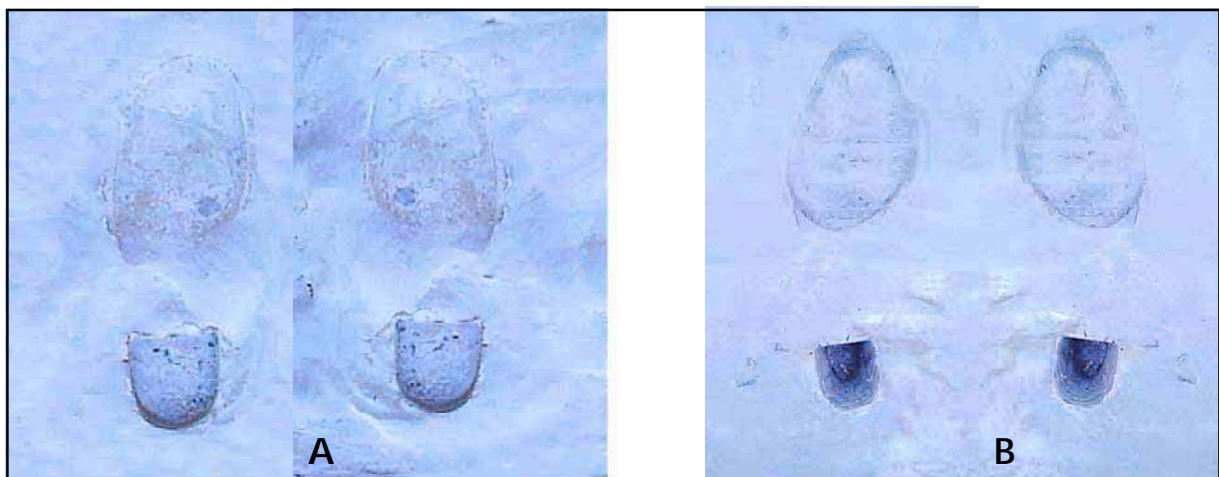
Pada saat kamu memikirkan tentang gaya dan hukum Newton tentang gerak, apakah kamu hanya memikirkan bahwa gaya-gaya tersebut hanya bekerja pada benda-benda padat, seperti mendorong sebuah kotak, menarik sebuah kereta, mengangkat sebuah bangku? Meskipun kamu mungkin tidak menyadarinya, gaya secara alamiah juga ada dalam fluida.

Apa yang kamu rasakan pada telingamu saat kamu menyelam di dalam air? Telingamu seperti ada yang menekan. Pengalamanmu itu menunjukkan bahwa air mengerahkan gaya pada telingamu.

Air termasuk fluida. Fluida adalah bahan yang tidak memiliki suatu bentuk tetap tertentu. Bentuk fluida berubah-ubah sesuai bentuk tempatnya. Zat cair dan zat gas adalah fluida.

Ketika sedang bernapas, berenang, atau menyelam kamu akan mendapatkan gaya-gaya yang dihasilkan oleh fluida . Kamu mungkin tidak percaya, bahwa pada saat ini ada gaya yang menekan punggungmu. Tahukah kamu, gaya apa itu? mengapa kamu tidak merasakannya? Untuk mengetahuinya, marilah kita bahas tekanan.

Kata-kata IPA

Fluida
Tekanan
Gaya apung
Prinsip Archimedes
Prinsip Pascal
Mesin hidrolik
Tekanan udara
Hukum Boyle
Hukum Charles

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.23
Dua pasang jejak sepatu orang yang sama, memakai sepatu yang berbeda. *Apa yang menyebabkan jejak sol sepatu pada Gambar (B) lebih dalam?*

Apakah Tekanan itu?

Kamu mungkin pernah mengamati jejak-jejak sepatu pada tanah basah, seperti **Gambar 8.23.** Kedua pasang jejak itu berasal dari orang yang sama, namun orang itu mengenakan sepatu yang berbeda. Walaupun berat orang itu sama, namun pengaruhnya terhadap tanah tersebut berbeda. Apa yang membuat berbeda? Perhatikan luas sol kedua sepatu itu. Untuk gaya berat yang sama, semakin kecil luas permukaan sol sepatu, ternyata jejak kakinya semakin dalam. Besaran dalam fisika yang mengkaitkan gaya dengan luas permukaan disebut *tekanan*.

Tekanan dapat dihitung dengan membagi gaya yang dikerahkan dengan luas yang dikenai gaya tersebut.

$$\text{tekanan} = \frac{\text{gaya}}{\text{luas}}$$

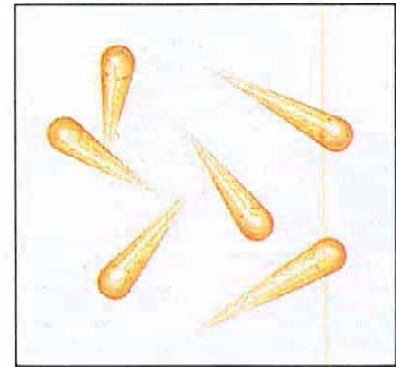
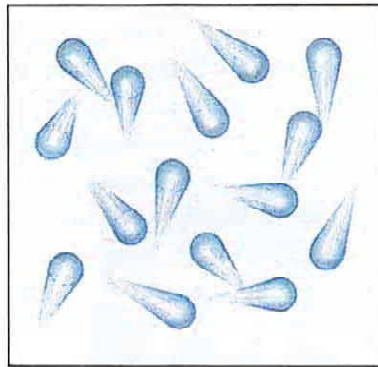
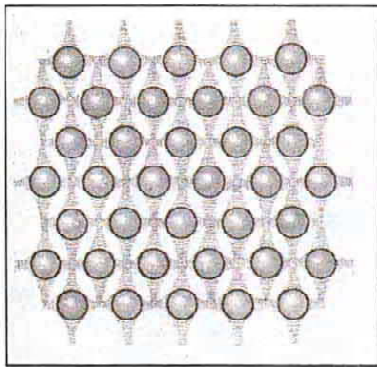
$$p = \frac{F}{A}$$

Bila gaya diukur dalam satuan newton (N) dan luas diukur dalam meter persegi (m^2), maka tekanan diukur dalam satuan newton per meter persegi (N/m^2). **Pascal (Pa)** adalah satuan SI untuk tekanan. Satu pascal tekanan adalah suatu gaya sebesar satu Newton per meter persegi. Seringkali tekanan diukur dalam satuan kilopascal (kPa). Satu kPa sama dengan 1000 Pa.

Bagaimanakah Fluida dapat Menghasilkan Tekanan?

Sumber: Dok. Penulis.

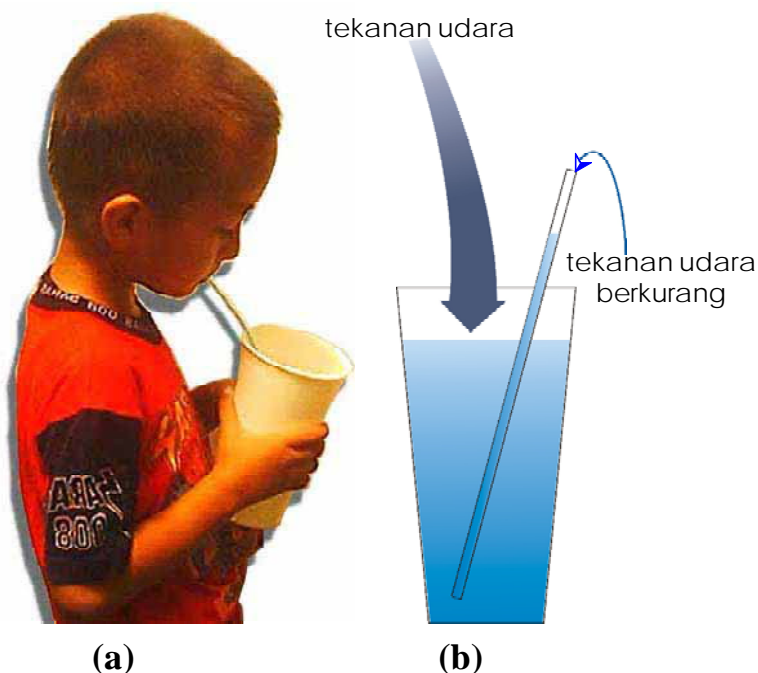
Gambar 8.24
Berbagai peralatan tidak akan bekerja dengan semestinya bila tekanan gas di dalamnya tidak normal. Bola basket manakah yang tekanan udaranya kurang?

Mungkin kamu telah akrab dengan istilah-istilah tekanan air, tekanan udara, dan tekanan darah. Berbagai peralatan tidak akan bekerja dengan semestinya bila tekanan fluida di dalamnya tidak seperti yang seharusnya, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.24.** Bagaimanakah fluida dapat menghasilkan tekanan? Perhatikan **Gambar 8.25.** Semua benda tersusun dari partikel-partikel yang sangat kecil. **Gaya yang ada dalam fluida disebabkan oleh**

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 8.25
Susunan dan gerakan partikel-partikel penyusun suatu zat menentukan ciri-ciri zat. Saat pengamatanmu pindah dari padat menuju gas, partikel-partikel dalam gambar tersebut menjadi lebih menyebar dan gerakannya bertambah. *Bagaimana kenyataan ini, menjelaskan mengapa gas menghasilkan tekanan yang paling besar?*

massa dan gerak partikel-partikel yang membentuk fluida tersebut. Di dalam zat padat, partikel-partikel tersebut tersusun sangat rapat. Oleh karena itu partikel-partikel zat padat tersebut tidak bebas bergerak. Namun, di dalam zat cair dan gas partikel-partikelnya tidak tersusun secara rapat. Jadi partikel-partikel itu lebih bebas bergerak. Partikel-partikel penyusun fluida tersebut secara terus-menerus bergerak ke segala arah. Pada saat bergerak, partikel-partikel itu menumbuk partikel-partikel lain dan dinding wadah fluida dengan gaya yang besarnya bergantung pada massa dan percepatan partikel tersebut. "Dorongan" atau gaya oleh partikel-partikel tersebut yang bekerja pada suatu luas tertentu disebut **tekanan**. Tekanan fluida bekerja ke segala arah sama besar.

Kegiatan Penyelidikan yang telah kamu lakukan, menunjukkan bahwa udara yang menyelimuti Bumi kita, atau atmosfer Bumi mempunyai tekanan. Tekanan atmosfer yang paling besar adalah di permukaan laut. Udara dalam atmosfer mengerahkan tekanan sebesar 10,13 N/cm^2 di permukaan laut. Jika punggungmu memiliki luas 1000 cm^2, maka udara menekan punggungmu dengan gaya 10130 N. Gaya ini hampir sama dengan berat sebuah mobil! Apa yang membuat tubuhmu tidak remuk oleh gaya sebesar ini? Fluida di dalam tubuhmu juga mengerahkan gaya. Tekanan udara di luar tubuhmu disetimbangkan oleh tekanan fluida di dalam tubuhmu. Oleh karena itu kamu tidak merasakan gaya dari udara di luar tubuhmu tersebut.

Gambar 8.26
(a) Air dari dalam gelas dapat naik ke dalam rongga mulut anak ini melalui sedotan karena tekanan udara yang mendorong ke bawah pada cairan di luar sedotan lebih besar daripada tekanan udara di dalam sedotan tersebut.
(b) Perbedaan dalam tekanan ini menyebabkan cairan tersebut mengalir ke atas.

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 8.27
Pop... Cessss. Ini adalah bunyi yang kamu dengar saat membuka botol minuman. Berbagai jenis minuman ditempatkan pada botol atau kaleng bertekanan udara tinggi. Pada saat botol tersebut dibuka, tekanan tersebut lepas dan terjadi bunyi yang kamu dengar tersebut.

Perbedaan Tekanan

Kamu barangkali tidak menaruh banyak perhatian terhadap apa yang sedang kamu lakukan pada saat kamu minum melalui sebuah sedotan. Namun apa yang sesungguhnya kamu lakukan pada saat minum dengan menggunakan sedotan, seperti **Gambar 8.26** adalah menyedot sebagian besar udara di dalam sedotan. Penyedotan itu menyebabkan tekanan udara di dalam sedotan menurun. Tekanan udara luar sekarang lebih besar daripada tekanan udara di dalam sedotan sehingga mendorong permukaan minumanmu ke bawah. Dorongan ini memberikan gaya kepada minuman dan naik melalui sedotan, dan kemudian masuk ke dalam mulutmu! Prinsip yang memungkinkan kamu minum melalui sedotan merupakan sifat penting yang dimiliki fluida. *Fluida akan bergerak dari daerah bertekanan lebih tinggi menuju daerah bertekanan lebih rendah.* Peristiwa ini juga dapat kamu lihat saat kamu membuka minuman bersoda, seperti **Gambar 8.27.**

Pelajari contoh soal mengitung tekanan, setelah itu kerjakan soal-soal latihannya, agar kamu dapat menerapkan cara-cara menghitung tekanan.

Penggunaan Matematika

Menghitung Tekanan

Soal Contoh

Seseorang yang beratnya 600 N memakai sepasang sepatu. Luas telapak sepasang sepatu tersebut yang menyentuh tanah 400 cm^2. Berapa pascalkah tekanan sepatu itu pada lantai?

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. **Apa yang diketahui?**
   luas permukaan, $A = 400\ cm^2$
   gaya, $F = 600$ N
2. **Apa yang tidak diketahui?**
   tekanan, p
3. **Pilih persamaannya,** $p = \frac{F}{A}$
4. **Penyelesaian:**
   Agar menghasilkan satuan tekanan dalam pascal, maka satuan luas harus dijadikan m^2.

   $A = 400\ cm^2 = 400 \times 10^{-4}\ m^2 = 4 \times 10^{-2}\ m^2$

   $$p = \frac{F}{A} = \frac{600\ N}{4 \times 10^{-2}\ m^2} = 1{,}5 \times 10^4\ N/m^2 = 1{,}5 \times 10^4\ Pa.$$

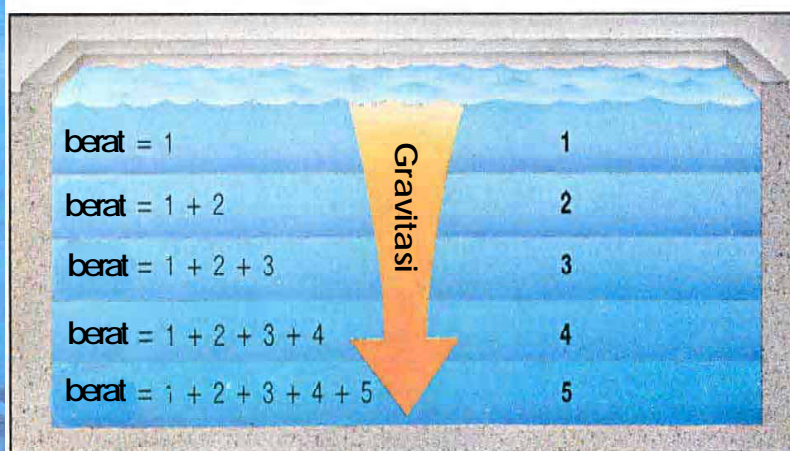
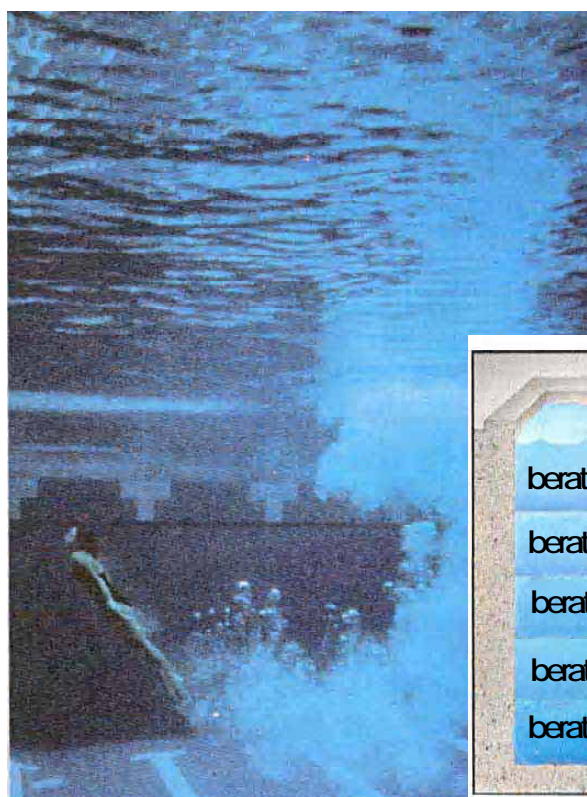
Soal Latihan

1. Sebuah balok dengan berat 600 N berada di lantai. Luas permukaan balok yang menyentuh permukaan lantai 400 cm^2. Berapa kPa tekanan pada lantai oleh balok tersebut?

2. Luas permukaan sepasang sepatu yang dipakai seorang penumpang pesawat 200 cm^2. Berat penumpang itu 800 N. Berapakah tekanan penumpang tersebut terhadap lantai pesawat?

Tekanan Hidrostatik

Apa yang kamu rasakan di telingamu pada saat kamu menyelam di dalam air? Telingamu akan terasa semakin sakit pada saat kamu menyelam semakin dalam. Hal ini terjadi karena semakin dalam kamu menyelam, tekanan air tersebut semakin besar. Karena gaya gravitasi, tekanan di dalam fluida bertambah sesuai kedalamannya. Semakin besar kedalaman tersebut, semakin besar pula tekanan tersebut. Mari kita lihat mengapa demikian.

Misalkan air di kolam pada **Gambar 8.28** telah dibagi menjadi 5 lapisan. Karena gaya gravitasi menarik ke bawah partikel-partikel pada lapisan 1, maka lapisan tersebut memiliki suatu berat tertentu. Gaya berat dari lapisan 1 menekan ke bawah pada lapisan 2. Lapisan 2 ini memiliki gaya gravitasi pada partikel-partikelnya sendiri ditambah gaya dari berat lapisan 1. Oleh karena itu tekanan pada lapisan 2 lebih besar daripada tekanan dalam lapisan 1. Bagaimana halnya pada lapisan 3? Lapisan 3 memiliki gaya gravitasi pada partikel-partikelnya sendiri ditambah berat dua lapisan pertama yang mendorong ke bawah lapisan 3 tersebut. Akibatnya, tekanan pada lapisan 3 lebih besar dari lapisan manapun di atasnya. Lapisan paling bawah atau kedalaman paling dalam dari setiap fluida akan memiliki tekanan paling besar karena lapisan itu mendapatkan gaya dorong paling besar dari lapisan di atasnya.

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 8.28
Seperti yang dirasakan setiap penyelam, tekanan di dalam fluida meningkat sesuai kedalamannya. *Dimanakah tekanan terbesar di dalam kolam renang?*

Bertambahnya tekanan seiring dengan bertambahnya kedalaman fluida memiliki berbagai akibat penting. Perhatikan **Gambar 8.29**. Aliran air dari lubang pada bagian lebih bawah gelas memancar kuat. Bendungan dirancang semakin bawah semakin tebal, karena bagian bawah bendungan memperoleh tekanan lebih besar daripada bagian atasnya. Kapal selam yang menyelam terlalu dalam di lautan dindingnya dapat melesak (ringsek) ke dalam karena tekanan air yang amat besar. Penyelam yang menyelam terlalu dalam bisa mendapatkan masalah serius akibat bertambahnya tekanan air.

Bagaimanakah tekanan pada titik-titik yang kedalamannya sama di dalam suatu zat cair? *Titik-titik di dalam suatu zat cair yang kedalamannya sama mempunyai tekanan yang sama.* Perhatikan **Gambar 8.29(a).** Pancaran di sebelah kiri bawah sama dengan pancaran air di sebelah kanan bawah karena kedua titik tersebut kedalamannya sama.

(a)

(b)

Sumber:http://www.id.wikipedia.org/wiki/Bendungan)

Gambar 8.29
(a) Akibat tekanan oleh zat cair bertambah besar bila semakin dalam, pancaran air di bagian bawah gelas lebih kuat daripada di bagian atasnya.
(b) *Mengapa bagian bawah sebuah bendungan dibuat lebih tebal daripada bagian atasnya?*

Perhatikan **Gambar 8.30**. Permukaan suatu zat cair yang ditempatkan pada sebuah bejana akan datar. Jika pipa U diisi suatu zat cair, tinggi permukaan zat cair pada pipa itu sama. Bahkan jika terdapat bejana berhubungan yang memiliki berbagai bentuk pipa diisi suatu zat cair, tinggi permukaan zat cair tersebut dalam pipa-pipa tersebut sama.

Kenyataan ini dimanfaatkan untuk menentukan apakah dua titik memiliki ketinggian yang sama, oleh para tukang pembuat bangunan. Apa nama alat yang digunakan itu?

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.30
Permukaan suatu zat cair dalam bejana akan datar, bagaimanapun bentuk bejana itu.

Prinsip Archimedes

Pernahkah kamu bersantai dengan mengapungkan punggungmu di dalam kolam renang seperti **Gambar 8.54.** Kamu merasa seperti tidak memiliki berat pada saat air tersebut menopangmu. Jika kamu perlahan-lahan naik keluar dari kolam, kamu merasa tubuhmu seperti bertambah berat. Semakin tinggi kamu naik, kamu harus semakin banyak mengerahkan otot-ototmu untuk menopang tubuhmu. Pada saat kamu berada di dalam kolam renang tersebut, kamu mengalami gaya apung. **Gaya apung** adalah kemampuan suatu fluida, zat cair atau gas, untuk mengerahkan suatu gaya ke atas pada suatu benda yang dibenamkan ke dalam fluida tersebut.

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Gambar 8.31
Gaya-gaya yang bekerja pada orang yang terlentang di lantai berbeda dengan orang yang terlentang di dalam air.

Besar gaya apung tersebut menentukan apakah sebuah benda akan terapung atau tenggelam di dalam suatu fluida. Jika gaya apung lebih kecil daripada berat benda tersebut, benda itu akan tenggelam. Jika gaya apung tersebut sama dengan berat benda, seperti pada **Gambar 8.31**, benda tersebut *terapung*. Kadang-kadang gaya apung pada sebuah benda lebih besar daripada berat benda tersebut. Gaya ini adalah gaya yang mengangkat sebuah balon berisi gas helium yang bergerak ke atas di udara. Ketika balon tersebut dilepas, gaya apung lebih besar daripada gaya berat balon, menyebabkan balon bergerak dipercepat ke atas.

Bagaimana Kapal Terapung?

Seperti halnya hasil kegiatanmu dalam **Lab Mini 8.4**, Archimedes (seorang ahli matematika Yunani yang hidup dalam abad ketiga sebelum Masehi), menemukan penjelasan tentang gaya apung. Menurut **prinsip Archimedes**, *gaya apung yang bekerja pada suatu benda di dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda itu.*

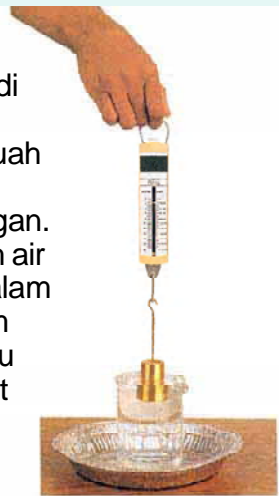
Andaikan kamu meletakkan sebuah balok kayu di atas permukaan air. Balok itu akan memindahkan air pada saat balok itu mulai bergerak terbenam ke dalam air; namun hanya sampai berat air yang dipindahkan itu sama dengan

Lab Mini 8.4

Berapa banyak air yang dipindahkan sebuah benda?

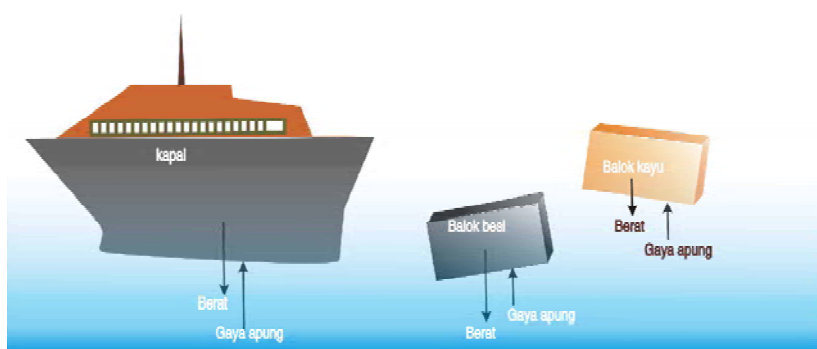
Telah kamu ketahui, agar sebuah benda dapat terapung, harus ada gaya apung yang bekerja pada benda tersebut. Namun, seberapa besar gaya itu? Pada saat kamu melakukan aktivitas ini, ingatlah bahwa berat merupakan suatu ukuran gaya.

Langkah-langkah

1. Isi sebuah gelas kimia dengan air hingga penuh.
2. Letakkan panci di bawah gelas tersebut, untuk menampung air yang tumpah dari gelas tersebut.
3. Ukurlah berat sebuah benda yang dapat tenggelam di dalam air dengan neraca pegas.
4. Dengan tetap menggantung di neraca, celupkan benda itu ke dalam air di gelas kimia tersebut. Benda itu harus tercelup seluruhnya di dalam air, namun jangan sampai menyentuh dasar gelas. Lihatlah gambar di samping. Sebagian air akan tumpah ke dalam panci.
8. Ukurlah berat benda itu saat benda itu berada di dalam air.
6. Ukurlah berat sebuah wadah kecil yang dilengkapi gantungan.
7. Pindahkan seluruh air yang tumpah di dalam panci itu ke dalam wadah kecil itu, lalu ukurlah ulang berat wadah kecil itu. Kurangi berat ini dengan berat wadah (langkah 6) untuk mendapatkan berat air yang tumpah.

Analisis

1. Berapa newton berkurangnya berat benda yang dicelupkan ke dalam air tersebut?
2. Bagaimanakah hubungan antara berat air yang dipindahkan tersebut dengan berkurangnya berat benda yang dicelupkan ke dalam air tersebut?

berat balok tersebut. Balok tersebut terapung, seperti ditunjukkan pada **Gambar 8.32.**

Misalkan kamu meletakkan balok baja seukuran balok kayu itu di atas permukaan air. Ketika balok baja itu diletakkan di atas permukaan air, balok itu mulai mendesak air saat masuk ke dalam air. Gaya apung mulai menekan balok itu ke atas. Namun, karena massa jenis balok baja lebih besar daripada balok kayu, maka berat balok baja lebih

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 8.32
Perhatikan bahwa berat dan gaya apung setimbang untuk benda-benda terapung. *Benda-benda manakah yang memiliki gaya setimbang?*

Sumber: http://www.gifttrap.com.

Gambar 8.33
Sepintas lalu mungkin kamu tidak melihat hubungan antara balon udara yang naik tinggi di angkasa dan kapal selam yang menyelam di lautan. Sebenarnya,kapal selam maupun balon udara harus diatur beratnya untuk naik, turun, atau melayang pada ketinggian atau kedalaman tertentu. Beratnya diatur berdasarkan besar gaya apungnya.

besar daripada balok kayu. Gaya ke atas ini tidak akan dapat mengimbangi berat balok baja itu, sehingga balok itu *tenggelam* ke dasar.

Apabila demikian, bagaimana kapal dapat terapung? Misalkan kamu membentuk balok baja itu menjadi mangkok besar dan berongga. Saat mangkok ini di letakkan di atas permukaan air, ia akan mendesak lebih banyak air daripada balok baja tersebut. Mangkuk itu mendesak cukup banyak air untuk mengimbangi berat mangkuk baja tersebut, dan mangkuk-mangkuk itu terapung.

Pernahkah kamu mendengar atau melihat gambar kapal selam yang melayang di dalam air? Jika pada saat gaya berat benda setimbang dengan gaya apung seluruh benda yang berada di dalam fluida, maka benda tersebut *melayang* di dalam fluida. Untuk maksud tersebut kapten kapal selam akan memerintahkan untuk memasukkan atau mengeluarkan air laut sesuai kebutuhan. Jika air dimasukkan ke dalam kapal selam, maka kapal selam itu bergerak ke bawah, dan sebaliknya jika ingin naik ke permukaan, maka air dikeluarkan dari kapal selam tersebut. Sedangkan pilot-pilot balon udara panas, seperti **Gambar 8.33,** menyesuaikan berat beban balon dengan gaya apung balon udara.

Prinsip Pascal

Misalkan kamu meniup balon hingga menggelembung. Lalu kamu meremas satu ujung balon itu. Partikel-partikel udara di dalam balon tetap berada di dalamnya, namun menjadi lebih rapat. Apa yang terjadi dengan tekanan tambahan yang diberikan pada balon itu? Tekanan akan membesar pada setiap titik di dalam balon itu, termasuk ujung lain balon itu, sehingga ujung lain balon itu semakin menggelembung.

Ilmuwan Perancis, Blaise Pascal (1623-1662) menemukan bahwa **tekanan di dalam fluida dipindahkan ke segala arah dengan besar yang sama.** Sebagai contoh lain, saat kamu menekan bagian bawah kemasan pasta gigi pada **Gambar 8.34**, pasta gigi itu keluar dari bagian atas kemasan tersebut. Kamu dapat mengamati gejala yang menunjukkan prinsip Pascal pada **Lab Mini 8.5.**

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Gambar 8.34
Keluarnya pasta gigi karena ditekan kemasannya terjadi berdasar pada prinsip Pascal.

Lab Mini 8.5

Bagaimanakah tekanan yang diberikan mempengaruhi luas fluida yang berbeda?

Prosedur

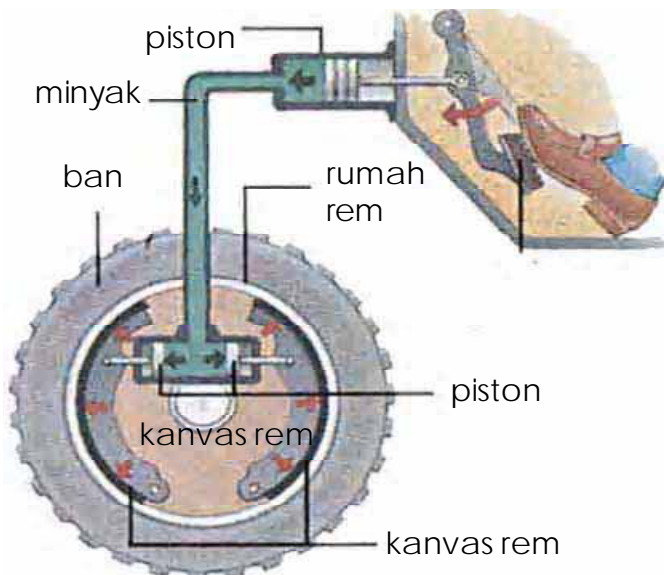
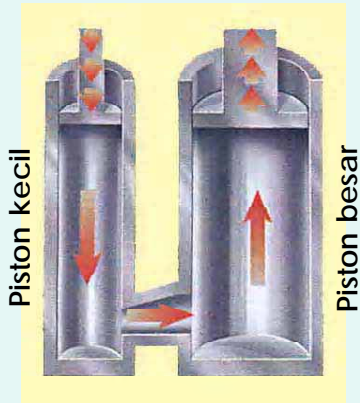
1. Masukkan air ke dalam pipet tetes kecil, dan tempatkan pipet itu ke dalam botol plastik minuman ringan ukuran 2-l yang berisi air hingga 1 cm dari ujung mulut botol.
2. Aturlah banyaknya air dalam pipet tetes hingga pipet tersebut hampir terapung.
3. Tutup botol itu rapat-rapat.

Analisis

1. Apakah penambahan air di dalam pipet itu mempengaruhi massa jenis pipet secara keseluruhan?
2. Ketika kamu menekan kedua sisi botol itu, pengaruh apakah yang kamu amati pada permukaan air di dalam pipet?
3. Di dalam bukumu, paparkan bagaimana prinsip Pascal menjelaskan pergerakan air di dalam pipet tersebut.

Penggunaan Matematika

Tekanan yang diberikan pada piston kecil dapat dipindahkan ke piston besar melalui fluida. Dongkrak hidrolik bekerja berdasarkan prinsip ini.
Hitunglah tekanan yang diberikan pada masing-masing piston.

Luas = 5 cm² Luas = 50 cm²
500 N 5000 N

Mesin Hidrolik

Pemindahan tekanan ke segala arah sama besar dalam suatu cairan merupakan prinsip yang mendasari alat-alat hidrolik. Jadi, mesin hidrolik yang dapat mengangkat benda-benda berat tersebut bekerja dengan memanfaatkan prinsip Pascal. Rem dan dongkrak mobil adalah contoh mesin hidrolik. **Mesin hidrolik** menghasilkan gaya yang besar dengan hanya mem-berikan gaya yang sangat kecil. Dengan kata lain, mesin hidolik melipat-gandakan gaya.

Perhatikan bagan mesin hidrolik di sebelah ini untuk memahami cara kerjanya. Tabung kecil dan tabung besar dihubungkan oleh pipa. Luas penampang tabung kecil 5 cm². Luas penampang tabung besar 50 cm². Masing-masing tabung diisi dengan fluida cair, biasanya minyak. Pada masing-masing tabung terdapat piston yang tertahan di atas permukaan minyak.

Misalkan kamu memberikan gaya 500 N kepada piston kecil. Tekanan pada piston kecil itu adalah:

$$p = \frac{F}{A} = \frac{500 \text{ N}}{5 \text{ cm}^2} = 100 \text{ N/cm}^2.$$

Prinsip Pascal menyatakan bahwa tekanan tersebut dipindahkan melalui fluida tanpa berubah besarnya. Oleh karena itu, piston besar juga mendapat tekanan 100 N/cm². Namun luas piston besar adalah 50 cm². Sehingga, besar gaya total pada piston besar adalah:

$$100 \text{ N/cm}^2 \times 50 \text{ cm}^2 = 5000 \text{ N}.$$

Dengan mesin hidrolik ini kamu dapat menggunakan berat tubuhmu untuk mengangkat suatu benda yang beratnya sepuluh kali berat badanmu.

Kamu mungkin heran bagaimana mobil dengan massa lebih dari 1000 kg yang melaju kencang dapat dihentikan dengan injakan ringan pada pedal rem. Gaya injakan itu sudah barang tentu jauh lebih kecil daripada gaya yang kamu perlukan seandainya kamu hendak menghentikan mobil itu dari luar. Sistem rem mobil itu juga merupakan mesin hidrolik. Dapatkah kamu menjelaskan bekerjanya rem mobil, seperti yang diperlihatkan pada **Gambar 8.35**?

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Gambar 8.35
Cairan dalam sistem rem sebuah mobil melipat-gandakan gaya yang diberikan pengemudi menjadi suatu gaya yang cukup besar untuk menghentikan mobil yang sedang bergerak tersebut.

Tekanan Udara

Air bukanlah satu-satunya fluida yang memiliki tekanan yang berubah sesuai kedalamannya. Bumi kita diselimuti lapisan udara, yang disebut atmosfer. Tekanan atmosfer kita juga bervariasi. Tekanan tersebut berubah sesuai dengan ketinggian dari atas tanah. Semakin tinggi suatu tempat, maka tekanan udaranya semakin rendah. Pada ketinggian lebih tinggi, dalam suatu daerah tertentu terdapat partikel-partikel udara yang lebih sedikit. Partikel-partikel yang lebih sedikit mendorong satu sama lain menghasilkan tekanan lebih rendah.

Pada tempat yang lebih tinggi tekanan di dalam tubuhmu menjadi lebih besar daripada tekanan udara di luar tubuhmu. Kamu mungkin merasakan perbedaan tekanan tersebut sebagai rasa sakit pada gendang telingamu. Bila ini terjadi, sebagian udara keluar dari telingamu dan kamu mendengar suara "pop." Sebagai hasil dari keluarnya sebagian udara dari bagian dalam gendang telingamu, tekanan di dalam telingamu menjadi sama dengan tekanan udara luar. Pada tempat yang sangat tinggi, seperti di puncak Himalaya pada **Gambar 8.36**, tekanan udara menjadi sangat kecil dan dapat menimbulkan masalah serius bagi para pendaki. Pendaki rentan terkena sindrom kekurangan oksigen karena ketinggian, yang dikenal dengan istilah hipoksi.

Sumber: www.thegeminiweb.com.

Gambar 8.36
Pada tempat yang sangat tinggi seperti di puncak pegunungan Himalaya ini udara menipis dan tekanan udara menjadi sangat kecil.

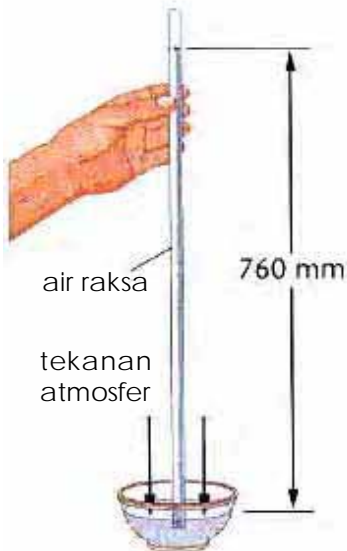
Alat-alat untuk Mengukur Tekanan

Meskipun kamu dapat membandingkan tekanan gas dengan memijat bola basket yang penuh berisi udara dan kurang berisi udara, cara ini tidak memberikan ukuran yang akurat dari dua tekanan tersebut. Apa yang dibutuhkan adalah alat pengukur tekanan.

Salah satu instrumen pertama yang digunakan untuk mengukur tekanan gas dirancang oleh ilmuwan Italia Evangelista Torricelli (1608-1647). Ia menemukan **barometer**, suatu instrumen yang mengukur tekanan yang diberikan oleh atmosfer. **Gambar 8.37** menjelaskan bagaimana bekerjanya barometer Torricelli. Pipa berisi penuh air raksa dibalik dan bagian yang terbuka diletakkan pada bejana berisi air raksa. Tinggi kolom air raksa itu menunjukkan tekanan yang diberikan oleh atmosfer tersebut. Bila pembalikan itu dilakukan di atas permukaan laut, maka tinggi kolom air raksa pada pipa itu adalah 760 mm. Oleh karena itu tekanan udara di atas permukaan laut tersebut dapat dinyatakan sebesar 760 mmHg atau 1 atmosfer. Pada saat ini barometer yang digunakan untuk pengukuran tekanan tidak seperti percobaan Torricelli, namun seperti **Gambar 8.38.**

air raksa

760 mm

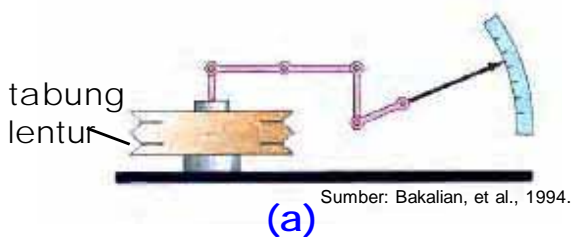
tekanan atmosfer

Sumber: Awater, et al., 1995)

Gambar 8.37
Cara Kerja Barometer Torricelli :
Pipa kaca berisi air raksa yang ditegakkan di dalam suatu bejana berisi raksa. Karena raksa tersebut berada di dalam suatu tabung kaca tertutup, kamu dapat menyimpulkan bahwa atmosfer memberikan tekanan pada permukaan raksa di bejana tersebut. Tekanan ini diteruskan melalui air raksa di dalam bejana tersebut. Tekanan tersebut menahan kolom air raksa di dalam pipa kaca tersebut.

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

(a)

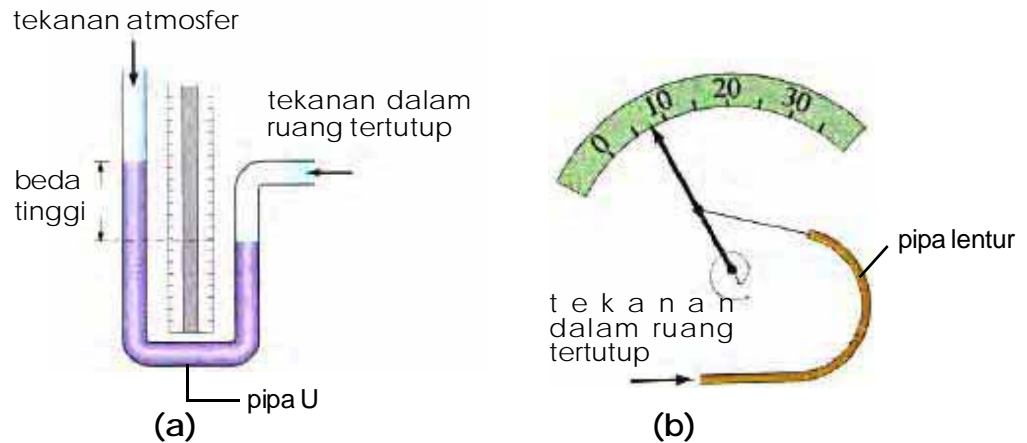
Sumber: http://www.stanleylondon.com.

(b)

Gambar 8.38
(a) **Cara Kerja Barometer Aneroid**
Barometer ini memiliki tabung lentur yang volumenya berubah-ubah akibat tekanan. Perubahan volume tabung ini diteruskan ke jarum penunjuk.
(b) Bentuk sesungguhnya Barometer Aneroid

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

(c)

Sumber: http://www.answers.com/topic/pressure-measurement-1.

Gambar 8.39
Pengukur tekanan udara dalam ruang tertutup.
(a) skema manometer terbuka.
(b) skema manometer Bourdon.
(c) manometer Bourdon.
Jelaskan bekerjanya alat-alat itu.

Besaran ini selanjutnya digunakan sebagai satuan untuk mengukur tekanan. **Atmosfer baku** (atm) didefinisikan sebagai tekanan yang menyangga 760 mm kolom air raksa. Berdasarkan hal itu 1,00 atm = 760 mmHg. Apabila pembalikan itu dilakukan di tempat yang lebih tinggi, maka ketinggian kolom air raksa itu berkurang. Artinya di tempat yang lebih tinggi tekanan udaranya lebih rendah. Alat pengukur tekanan atmosfer semacam ini disebut **barometer air raksa**.

Barometer jenis lain adalah **barometer aneroid**. Perhatikan **Gambar 8.38**. Barometer ini memiliki tabung lentur yang volumenya berubah-ubah akibat tekanan. Perubahan volume tabung ini diteruskan ke jarum penunjuk. Jika tekanan berubah, maka bentuk tabung berubah, dan penunjukan jarum juga berubah.

Tekanan Udara dalam Ruang Tertutup

Udara di dalam ruang tertutup memiliki ciri yang berbeda dengan udara di ruang terbuka (atmosfer). Ciri-ciri tersebut menyangkut volume, tekanan, dan suhu.

Pengukuran Tekanan Udara dalam Ruang Tertutup

Alat pengukur tekanan udara dalam ruang tertutup yang paling sederhana disebut **manometer terbuka.** Perhatikan **Gambar 8.39 (a)**. Pipa-U diisi sebagian dengan zat cair, biasanya air raksa atau air. Perbedaan tekanan udara di

Gambar 8.40
Menurut hukum Boyle, bila volume gas diperkecil, maka tekanan gas semakin besar asalkan suhu gas tersebut tetap. *Gambar nomor berapakah yang tekanan gasnya paling kecil, dan yang mana yang paling besar*?

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

dalam dan di luar ruang ditunjukkan oleh perbedaan ketinggian permukaan zat cair tersebut. Semakin besar tekanan udara di dalam ruang, perbedaan ketinggian ini juga semakin besar.

Alat pengukur tekanan udara dalam ruang jenis lain adalah **manometer Bourdon.** Perhatikan **Gambar 8.39 (b)**. Tekanan dari dalam ruang tertutup akan mengubah kelengkungan pipa lentur. Ujung pipa itu dihubungkan dengan jarum berskala. Ketika pipa itu berubah kelengkungannya akibat tekanan, penunjukan jarum tersebut juga berubah.

Hukum Boyle

Misalkan kamu menempatkan gas dalam wadah tertutup yang dapat diubah volumenya, seperti **pompa sepeda Gambar 8.40**. Kamu dapat memperkecil atau memperbesar wadah itu tanpa mengubah banyaknya gas di dalamnya. Seperti pada saat memompa ban sepedamu, apa yang kamu rasakan ketika volume gas itu diperkecil?

Tekanan suatu gas bergantung seberapa sering partikel-partikel gas tersebut menumbuk dinding wadah tersebut. Jika kamu menekan gas ke suatu ruang yang lebih kecil, partikel-partikelnya akan lebih sering menumbuk dinding ruang tersebut. Akibatnya tekanan gas itu bertambah. Hal sebaliknya akan terjadi. Jika kamu memberikan ruang yang lebih besar, partikel-partikel gas tersebut menjadi lebih jarang menumbuk dinding dan tekanan gas tersebut mengecil.

Robert Boyle (1627-1691), seorang ilmuwan Inggris, menjelaskan sifat-sifat gas tersebut. Menurut **hukum Boyle**, jika kamu memperkecil volume suatu wadah gas, tekanan gas tersebut membesar, asalkan **suhu gas tersebut tetap**. Memperbesar volume wadah tersebut menyebabkan tekanan gas tersebut turun. Penting untuk dicatat bahwa hukum ini berlaku asal suhu gas tersebut tetap.

Penggunaan Matematika

Jika kamu ingin mengangkat benda seberat 20.000 N, berapakah gaya yang harus kamu berikan pada piston kecil, jika luas piston kecil 10 cm^2 dan luas piston besar 200 cm^2?

Intisari Subbab

1. Mungkinkah sebuah perahu yang dibuat dari semen dapat terapung? Jelaskan.
2. Kamu mampu mengangkat tubuh temanmu di dalam air kolam, namun tidak mampu jika di darat. Gaya apa yang membantumu mengangkatnya? Berasal dari manakah gaya ini?
3. Jelaskan bagaimana prinsip bekerjanya mesin hidrolik.
4. Bagaimana tekanan dihitung?
5. Bagaimana cara mengukur tekanan udara dalam ruang tertutup?
6. **Berpikir kritis:** Jika kamu mengisi balon dengan udara hingga menggelembung, mengikat mulutnya, kemudian melepaskannya, balon itu akan jatuh ke lantai. Mengapa balon itu jatuh, dan tidak melayang di udara?

Bina Keterampilan

Menghitung

1. Massa jenis air adalah 1,0 g/cm^3. Berapa kilogram air yang dipindahkan oleh balok besi 120 cm^3 yang terbenam di dalam air tersebut? Satu kilogram beratnya 9,8 N. Berapakah gaya apung yang bekerja pada balok itu?
2. Di dalam ruang tertutup yang volumenya 0,1 m^3 terdapat udara yang tekanannya 2 atm. Menjadi berapakah tekanan udara dalam ruang tersebut, jika volumenya dijadikan 0,05 m^3, sedangkan suhunya sama?

Rangkuman

A. Gaya

1. Gaya berupa tarikan atau dorongan sebuah benda yang dikerahkan pada benda lain. Gaya pada arah yang sama digabung dengan penjumlahan. Gaya pada arah yang berlawanan digabung dengan pengurangan.
2. Gaya-gaya setimbang yang bekerja pada sebuah benda tidak mengubah gerak benda itu. Gaya-gaya tak setimbang selalu mengubah gerakan sebuah benda.
3. Hukum pertama Newton tentang gerak menyatakan bahwa gerak benda tidak akan berubah kecuali ada resultan gaya total yang bekerja pada benda itu.
4. Terdapat gaya yang melawan gerak dua permukaan yang bersentuhan, yang disebut gaya gesekan.

B. Gerak Dipercepat

1. Sesuai dengan hukum kedua Newton, adanya gaya resultan atau gaya total yang bekerja pada sebuah benda menyebabkan benda tersebut bergerak dipercepat pada arah gaya itu. Besar percepatan tersebut bergantung pada gaya dan massa benda tersebut.
2. Di dekat permukaan Bumi, gaya gravitasi menyebabkan benda jatuh dipercepat dengan suatu percepatan 9,8 m/s^2. Dengan mengabaikan hambatan udara, semua benda jatuh dengan percepatan itu, berapapun massanya.
3. Hambatan udara bekerja pada arah yang berlawanan dengan gerak benda tersebut.

C. Aksi dan Reaksi

1. Gaya selalu bekerja berpasangan. Pasangan gaya itu desebut gaya aksi dan gaya reaksi.
2. Gaya-gaya dalam suatu pasangan aksi-reaksi selalu sama besarnya dan berlawanan arah.

D. Tekanan

1. Gaya yang bekerja pada suatu luasan tertentu menghasilkan tekanan.
2. Tekanan fluida disebabkan oleh partikel-partikelnya yang memiliki massa dan selalu bergerak. Seluruh fluida memberikan tekanan sama besar ke segala arah.

5\. Fluida mengalir dari tempat yang tekanannya lebih besar ke tempat yang tekanannya lebih kecil.

4\. Prinsip Archimedes menyatakan bahwa gaya apung pada sebuah benda di dalam fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda itu.

5\. Prinsip Pascal menyatakan bahwa tekanan yang diberikan pada suatu fluida diteruskan dengan besar tetap melalui fluida tersebut.

Evaluasi

GAYA

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya (tidak semua kata kunci digunakan) .

a. gaya-gaya setimbang
b. gaya
c. gesekan
d. gaya gravitasi
e. kelembaman
f. gaya-gaya tak setimbang
g. berat
h. hambatan udara
i. hukum kedua Newton tentang gerak
j. hukum ketiga Newton tentang gerak

1. gaya yang melawan gerak suatu benda yang jatuh di dekat permukaan Bumi
2. tarikan atau dorongan yang bekerja pada sebuah benda
3. jenis gaya yang mengubah gerakan sebuah benda
4. kecenderungan sebuah benda untuk melawan perubahan dalam gerak
5. suatu gaya yang melawan gerak antara dua permukaan
6. gaya yang dikerahkan oleh setiap benda di alam terhadap benda lain
7. berhubungan dengan gaya-gaya aksi-reaksi
8. besar gaya gravitasi pada sebuah benda

Pemahaman Konsep

Pilihlah kata atau kata-kata yang melengkapi kalimat atau menjawab pertanyaan berikut.

1. Berikut ini manakah yang berupa gaya?
   a. kelembaman
   b. gesekan
   c. percepatan
   d. kecepatan
2. Gaya gravitasi antara dua benda bergantung pada ... benda itu.
   a. massa
   b. kelajuan
   c. bentuk
   d. volume
3. Gaya yang bekerja hanya antara permukaan-permukaan yang bersentuhan adalah ....
   a. kelembaman c. gravitasi
   b. gesekan d. gaya total
4. Benda dengan massa lebih besar memiliki ... daripada benda bermassa lebih kecil.
   a. kelembaman lebih kecil
   b. kelembaman lebih besar
   d. berat lebih kecil
   e. percepatan lebih besar
5. Gaya tak setimbang yang bekerja pada sebuah benda bergerak menyebabkan benda tersebut ....
   a. jatuh
   b.dipercepat
   c. berhenti
   d. melengkung

6. ... adalah gaya gravitasi pada sebuah benda.
   a. Gesekan
   b. Kelembaman
   c. Massa
   d. Berat
7. Berikut ini, manakah yang melawan percepatan akibat gaya gravitasi?
   a. gaya aksi
   b. gaya reaksi
   c. hambatan udara
   d. massa benda
8. Berdasarkan hukum kedua Newton, ... sama dengan massa dikalikan percepatan.
   a. gravitasi
   b. berat
   c. kecepatan
   d. gaya
9. Manakah yang paling baik menggambarkan hukum ketiga Newton?
   a. gerak jatuh
   b. gerak melingkar
   c. gerak roket
   d. gerak lurus
10. Berikut ini, manakah yang tidak berpengaruh terhadap besarnya hambatan udara yang bekerja pada sebuah benda?
    a. massa
    b. ukuran
    c. bentuk
    d. kelajuan

Pemahaman Konsep

Jawablah Pertanyaan berikut dalam buku IPA-mu dengan kalimat yang lengkap.

11. Baik gesekan maupun gravitasi adalah gaya. Jelaskan paling sedikit dua perbedaan antara keduanya.
12. Apakah perbedaan antara massa dan berat?
13. Jelaskan akibat-akibat adanya kelembaman dalam kehidupan sehari-hari.
14. Mengapa berat benda bermassa besar lebih besar daripada benda bermassa kecil?
15. Jika gaya-gaya dalam pasangan aksi-reaksi sama besar dan berlawanan arah, mengapa gaya-gaya itu tidak setimbang?

Berpikir Kritis

16. Jelaskan mengapa kereta api yang melaju cepat tidak dapat dihentikan mendadak.
17. Berapakah gaya yang bekerja pada mobil 1000 kg yang memiliki percepatan 15 m/s^2?
18. Gerak benda 12 kg dilawan oleh gaya gesekan 30 N. Berapakah perlambatan benda itu?
19. Kamu diminta untuk merancang jalan pegunungan yang berkelok-kelok. Gaya apa yang harus kamu coba perbesar dalam merancang jalan ini? Bagaimana kamu dapat melakukan hal ini?
20. Bulan tidak memiliki atmosfer dan gravitasinya sekitar seperenam gravitasi Bumi. Berdasarkan faktor-faktor ini, jelaskan bagaimana gerakan benda-benda di dekat bulan dibandingkan dengan gerakan benda-benda di dekat Bumi.

Penilaian Kinerja

21. **Mengamati dan Menginferensi**: Sebuah mobil diam di sebuah bukit. Gaya-gaya apa yang bekerja pada mobil itu. Apakah gaya-gaya tersebut setimbang atau tak setimbang? Jelaskan bagaimana kamu mendapatkan jawabanmu.

22. **Menafsirkan Data:** Tabel berikut berisi data tentang empat benda yang jatuh ke tanah dari ketinggian dan waktu yang sama.

Waktu Jatuh Berbagai Benda

Benda	Massa	Waktu jatuh
A	5,0 g	2,0 s
B	5,0 g	1,0 s
C	30,0 g	0,5 s
D	35,0 g	1,5 s

a. Benda manakah yang jatuh paling cepat? Paling lambat?
b. Gaya gravitasi pada benda manakah yang terbesar?
c. Apakah hambatan udara lebih kuat pada A ataukah B?

Pengembangan Keterampilan

1. **Poster:** Buatlah sebuah poster yang memperlihatkan bagaimana sebuah mesin roket bekerja. Gunakan hukum ketiga Newton untuk menjelaskan mengapa roket dapat lepas landas.

TEKANAN

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan kata-kata IPA berikut dengan dengan frasa atau kalimat yang benar di bawahnya (tidak semua kata IPA digunakan).

a. prinsip Archimedes
b. hukum Boyle
c. gaya apung
d. pascal
e. prinsip Pascal
f. tekanan
g. fluida
h. zat cair
i. gravitasi
j. cm Hg

1. bahan yang tidak memiliki bentuk tertentu
2. besar gaya tiap satuan luas
3. satuan tekanan dalam sistem SI
4. Gaya apung pada suatu benda di dalam suatu fluida sama dengan berat fluida yang dipindahkan benda tersebut.
5. Gaya yang menyebabkan tekanan air bertambah bila kedalamannya bertambah.

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau kata-kata yang melengkapi kalimat berikut.

1. Mesin-mesin hidrolik berdasarkan pada ....
   a. gaya apung
   b. hukum Charles
   c. hukum Boyle
   d. prinsip Pascal
2. Tekanan di dalam fluida bekerja ke ....
   a. atas
   b. bawah
   c. samping
   d. segala arah
3. Tekanan fluida berubah sesuai kedalaman karena ....
   a. volume
   b. prinsip Archimedes
   c. gravitasi
   d. hukum Boyle
4. Gaya ke atas oleh suatu fluida pada suatu benda yang berada di dalam fluida tersebut disebut ....
   a. hidrolik
   b. gravitasi
   c. gaya apung
   d. berat

5. Gaya apung terhadap sebuah benda sama dengan berat ....
   a. benda itu
   b. fluida yang dipindahkan
   c. wadah fluida
   d. seluruh fluida

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut dalam buku IPA-mu.

6. Apakah yang dimaksud dengan tekanan fluida?
7. Dengan menggunakan prinsip tekanan fluida, jelaskan bekerjanya pipet tetes.
8. Paparkan bagaimana bekerjanya mesin hidrolik .
9. Jelaskan mengapa beratmu lebih besar saat di luar air (di udara) daripada di dalam air.
10. Jelaskan bekerjanya manometer pipa terbuka.

Berpikir Kritis

11. Udara memberikan gaya sebesar 100.000 N pada permukaan atas meja, menghasilkan tekanan 1000 N/cm^2.
    a. Berapakah luas permukaan meja itu?
    b. Berapakah gaya pada meja, jika luas permukaan meja itu menjadi 2 kali semula?
12. Jelaskan bagaimana cara yang kamu lakukan agar sepotong alumunium dapat terapung di air.
13. Perahu bermuatan pasir mendekati jembatan di atas sungai. Perahu itu tidak dapat menerobos lewat bawah jembatan itu. Haruskah pasir ditambahkan pada perahu itu atau dikurangi? Jelaskan.

Penilaian Kinerja

14. **Merancang Eksperimen:** Massa jenis emas adalah 19,3 g/cm^3. Massa jenis pirit, atau batu bijih emas adalah 5,02 g/cm^3. Dengan menggunakan air raksa, bermassa jenis 13,6 g/cm^3, paparkan sebuah eksperimen sehingga kamu dapat mengatakan mana yang emas dan mana yang pirit.
15. **Bertanya:** Misalkan kamu adalah seorang wartawan yang mewawan-carai seseorang yang baru saja membuat rekor kedalaman menyelam. Tulislah tiga pertanyaan yang akan kamu tanyakan.
16. **Mengenali Sebab Akibat:** Tulislah akibat-akibat yang mungkin terjadi pada hal-hal berikut ini.
    a. Tekanan pada sebuah balon mengecil.
    b. Gaya apung sama dengan beratmu

Pengembangan Keterampilan

17. **Laporan:** Lakukan penyelidikan di perpustakaan tentang akibat-akibat perubahan tekanan pada tubuh manusia, lalu tulislah laporannya. Laporanmu sebaiknya memuat pula segala peringatan yang harus diindahkan berkaitan dengan perubahan tekanan di angkasa dan di kedalaman air.

BAB 9 Energi dan Usaha

A. Energi

B. Pesawat Sederhana

Sumber: http://www.nightglow.gsfc.nasa.gov

Peta Konsep

Peta Konsep Energi dan Usaha

- **energi**
  - *dapat menghasilkan* → **usaha**
    - *dipermudah dengan* → **pesawat sederhana**
      - *dapat berupa* → **baji**, **sekrup**, **bidang miring**, **roda dan poros**, **katrol**, **pengungkit**
    - *jika ada* → **gaya**
      - *searah dengan* → **perpindahan**
    - *cepatnya ditentukan* → **daya**
  - *dapat* → **berubah bentuk**
    - *berlaku* → **Hukum kekekalan energi**
    - *misalnya* → **energi kinetik**, **energi potensial**
      - energi kinetik ⇄ *menjadi* ⇄ energi potensial

BAB 9

Energi dan Usaha

Bagaimana cara kamu menggunakan energi setiap hari? Setiap aktivitas yang kamu lakukan akan memerlukan pengeluaran energi yang tersimpan dalam tubuhmu. Beberapa kegiatan, misalnya olah raga naik turun tangga memerlukan lebih banyak energi dibanding yang lain. Dalam Bab ini kamu akan mempelajari beberapa bentuk energi, usaha atau kerja, serta peralatan yang memudahkan kerja. Lakukan Kegiatan Penyelidikan di bawah ini, untuk menyelidiki keterkaitan aktivitas dengan penggunaan energi. Amatilah pula bagaimana kamu bergantung pada sumber energi yang ada dalam dirimu.

Kegiatan Penyelidikan

Pikirkan energi yang terlibat saat kamu mencoba kegiatan berikut ini.

1. Berdiri dan angkat kedua lenganmu setinggi pinggang, dan buka telapak tanganmu. Mintalah temanmu meletakkan beberapa buku pada tanganmu.
2. Angkatlah buku-buku tersebut hingga setinggi bahu, kemudian turunkan lagi tanganmu. Sekarang cobalah menahan buku tersebut.
3. Mintalah teman sekelasmu menambahkan 2 buku lagi. Ulangi kegiatan mengangkat buku tersebut.
4. Sambil tetap membawa buku, berjalanlah beberapa langkah di dalam kelas.
5. Ulangilah kegiatan nomor empat, namun dengan menaiki undak-undakan yang ada di sekolahmu.

Jurnal IPA

Kegiatan manakah yang memerlukan banyak energi? Paparkan pemikiranmu, mengapa kegiatan tersebut lebih banyak memerlukan energi didalam Jurnal IPAmu.

Sumber: Dok. Penulis.

A Energi

Kata-kata IPA
energi
energi kinetik
energi potensial
energi mekanik
hukum kekekalan energi
usaha
daya

Apakah energi Itu?

Kamu tentunya telah mengetahui berbagai contoh energi yang dimanfaatkan saat ini. Hampir semua yang kamu lihat atau kerjakan melibatkan energi. Energi itu sesuatu yang agak misterius. Kamu tidak dapat menciumnya. Dalam banyak kejadian kamu tidak dapat melihatnya. Sebagai contoh, cahaya adalah salah satu bentuk energi, dan tanpa cahaya kamu tidak mampu melihat apapun. Kamu tidak dapat melihat listrik, tetapi kamu dapat melihat akibatnya saat menyalakan lampu, dan kamu dapat merasakan akibatnya pada panas yang dihasilkan oleh kumparan pemanggang kue. Kamu tidak dapat melihat energi dalam makanan pada **Gambar 9.1**, tetapi kamu dapat melihat dan merasakan akibatnya ketika otot-ototmu menggunakan energi tersebut untuk bergerak.

Energi – Penyebab Perubahan

Jika sebuah bola kasti terbang di udara dan memecahkan jendela, bola tersebut jelas mengubah jendela! Ketika sebuah benda mempunyai kemampuan mengubah lingkungannya, dikatakan benda itu memiliki energi. Bola kasti mempunyai energi dan melakukan usaha terhadap jendela menyebabkan

Sumber: http://www.sinarharapan.co.id.

Gambar 9.1
Makanan yang bergizi dan seimbang memberikan "bahan bakar" bagi tubuh. Energi yang tersimpan dalam makanan diubah dalam bentuk yang dapat digunakan tubuh.

jendela bergerak. Singkatnya, penggunaan energi melibatkan perubahan.

Secara tradisional, energi didefinisikan sebagai kemampuan untuk melakukan usaha, yakni menyebabkan sesuatu berpindah. Tetapi ketika usaha ditunjukkan, selalu ada perubahan. Hubungan ini memberikan definisi umum yang berguna. Energi adalah kemampuan untuk menyebabkan perubahan.

Perubahan bentuk energi

Jika kamu meminta teman-temanmu untuk memberikan contoh-contoh energi, kamu mungkin akan mendapatkan jawaban yang berbeda-beda. Beberapa diantaranya mungkin menunjuk energi dalam api. Teman lain mungkin memberikan energi yang dibutuhkan untuk lomba lari. Energi terjadi pada berbagai bentuk yang berbeda. Api memiliki energi panas dan energi cahaya. Lemak yang tersimpan dalam tubuhmu mengandung energi kimia.

Sebagai penyebab berubahnya benda-benda, energi itu sendiri seringkali mengalami perubahan dari satu bentuk ke bentuk lain. Perubahan bentuk energi terjadi di sekitarmu setiap hari. Ketika mobil terletak di tempat panas sepanjang hari, energi gelombang cahaya berubah menjadi energi panas yang menghangatkan bagian dalam mobil itu. Dalam api unggun seperti Gambar 9.2, energi kimia di dalam kayu berubah menjadi energi cahaya dan energi panas. Selama perubahan bentuk, misalnya saat cahaya berubah menjadi panas, banyaknya energi tetap sama. Tak ada energi yang hilang atau bertambah. *Hanya bentuk energi yang berubah, bukan banyaknya energi*.

Pemanfaatan perubahan bentuk energi, lebih lanjut dapat kamu pelajari pada bagian berikutnya.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.2
Dalam api unggun, energi kimia dalam kayu diubah, atau berubah bentuk, menjadi energi panas dan cahaya.

Energi kinetik dan potensial

Telah kamu ketahui bahwa energi dapat berada dalam berbagai bentuk, misalnya cahaya, panas, dan gerak. Sekarang bayangkan sebuah batu yang diam di puncak tebing. Apabila batu tersebut didorong dan bergerak, maka batu tersebut akan jatuh, dan bergerak makin lama makin cepat. Batu yang bergerak tersebut memiliki *energi kinetik*. Pada saat batu diam di puncak bukit, batu tersebut memiliki *energi potensial*.

Sumber: Dok. Penulis.

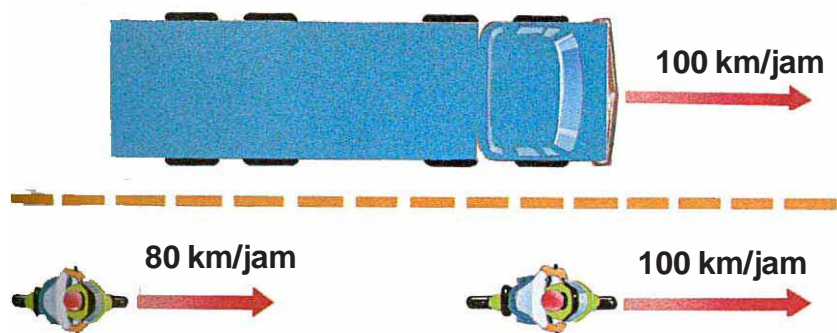
Gambar 9.3
Anak-anak yang sedang berlari ini menggunakan banyak energi. *Kegiatan macam apakah yang hanya membutuhkan sedikit energi?*

Energi Kinetik: pada Benda Bergerak

Biasanya, ketika kamu berpikir tentang energi, kamu berpikir tentang gerak. Energi kinetik adalah energi dalam bentuk gerak. Roda sepeda yang berputar, anak-anak yang berlari dalam Gambar 9.3, dan plastik yang melayang semuanya memiliki energi kinetik. Berapa besarnya? Energi ini bergantung pada massa dan kecepatan benda yang bergerak.

Semakin besar massa benda yang bergerak, energi kinetiknya juga semakin besar. Demikian juga semakin cepat benda bergerak, energi kinetiknya semakin besar. Truk yang bergerak pada 100 km/jam dalam Gambar 9.4 memiliki energi kinetik lebih besar dibanding sepeda motor yang bergerak dengan kelajuan yang sama. Tetapi sepeda motor tersebut memiliki energi kinetik lebih besar daripada sepeda motor sejenis yang bergerak pada 80 km/jam.

Energi Potensial Gravitasi

Energi tidak harus melibatkan gerakan. Walaupun tak bergerak, suatu benda dapat memiliki energi yang tersimpan

Gambar 9.4
Energi kinetik tiap-tiap kendaraan berbeda karena energi kinetik bergantung pada massa dan kecepatan.

Sumber: cf. McLaughin & Thomson, 1997.

padanya, yang berpotensi menyebabkan perubahan jika terdapat kondisi-kondisi tertentu. Energi potensial adalah energi yang tersimpan. Besar energi potensial pada suatu benda bergantung pada kedudukannya atau kondisinya.

Pot bunga yang terletak di ambang jendela lantai dua memiliki energi potensial gravitasi karena kedudukannya. Jika terdapat sesuatu yang membuat pot tersebut bergeser dari ambang jendela, gravitasi menyebabkan pot tersebut jatuh ke tanah. Saat jatuh, energi potensial pot tersebut berubah menjadi energi kinetik.

Energi potensial pot bunga dalam Gambar 9.5 berhubungan dengan jaraknya terhadap permukaan tanah. *Lebih tinggi kedudukannya, energi potensialnya juga lebih besar*. Pot bunga yang terletak pada lantai lima memiliki energi potensial lebih besar dibanding dengan pot pada lantai di bawahnya.

Kaitan dengan

GEOGRAFI

Sungai berarus deras dan gletser yang bergerak perlahan sama-sama memiliki energi kinetik. Batuan yang terletak setimbang di bukit memiliki energi potensial. Buat **hipotesis** yang menunjukkan contoh-contoh lain energi kinetik dan energi potensial di alam.

Jika pot bunga jatuh, gaya gravitasi mempercepat gerak jatuhnya. Semakin tinggi pot tersebut, kecepatan akhirnya juga semakin besar. Jadi pot bunga yang jatuh dari lantai yang lebih tinggi akan memiliki kecepatan lebih besar dan energi kinetik lebih besar ketika tiba di permukaan tanah dibandingkan dengan pot serupa yang jatuh dari lantai yang lebih rendah.

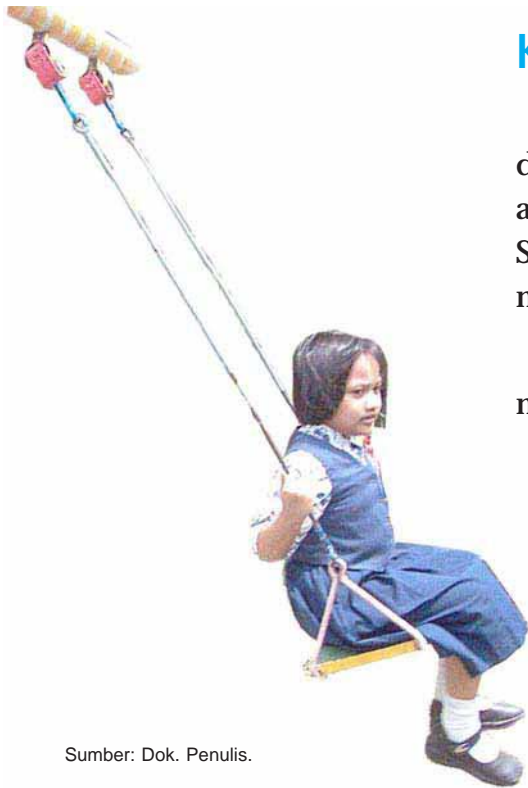
Besar energi potensial gravitasi pada sebuah benda juga bergantung pada *massa benda* tersebut. *Semakin besar massa sebuah benda, energi potensial gravitasi benda tersebut juga semakin besar*. Pot bermassa 10 kg yang berada pada lantai dua memiliki energi potensial gravitasi lebih besar daripada pot 5 kg yang terletak pada tempat yang sama.

Kamu telah mempelajari energi kinetik dan beberapa perubahan energi potensial. Perubahan lain energi potensial akan didiskusikan pada bagian berikutnya dalam subbab ini.

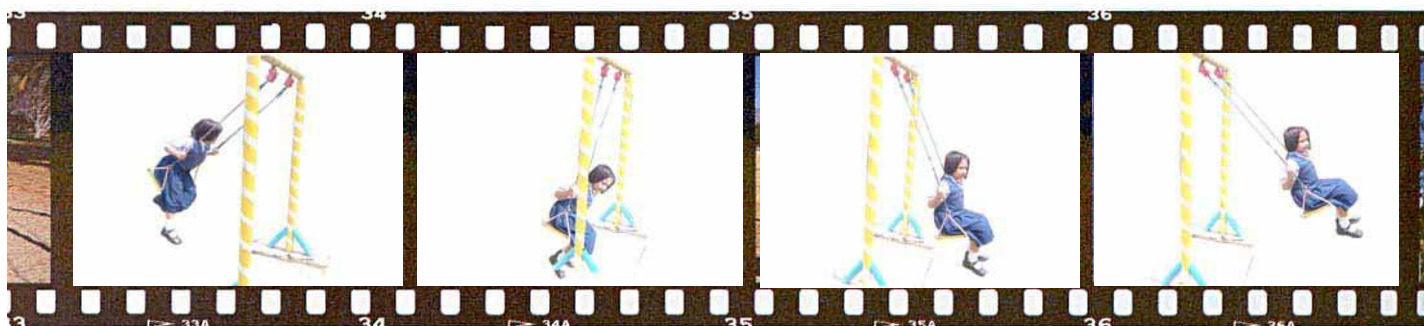
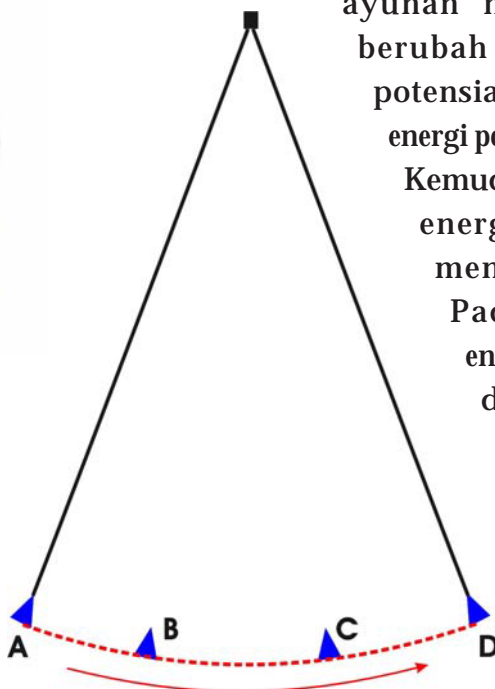
Sumber:cf. McLaughin & Thomson, 1997; cf. risko12057054.wordpress.com.

Gambar 9.5
Benda-benda yang dapat jatuh memiliki salah satu bentuk energi yaitu potensial.

Kekekalan Energi

Mungkin kamu pernah menaiki ayunan seperti yang dinaiki anak pada Gambar 9.6. Cobalah ingat lagi seperti apa mengayun maju dan mundurnya, tinggi dan rendahnya. Sekarang pikirkan tentang perubahan energi pada masing-masing gerakan tersebut.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.6
Penunggang ayunan ini mengalami perubahan energi saat ayunan bergerak

Ayunan dimulai dengan suatu dorongan untuk membuatmu bergerak, yakni untuk memberikan sejumlah energi kinetik padamu. Saat ayunan naik, energi kinetik berubah menjadi energi potensial. Pada *titik tertinggi*, *energi potensialnya* juga *terbesar*. Kemudian, saat ayunan turun, energi potensial berubah men-jadi energi kinetik. Pada *titik terendahnya*, *energi kinetik-nya terbesar* dan *energi potensialnya terkecil*.

A) Pada titik tertingginya, energi mekanik berupa energi potensial.

B) Saat ia mengayun menuju bagian terendah, ia semakin cepat dan energi kinetiknya bertambah. Karena ke-tinggiannya berkurang, pada saat itu energi potensialnya berkurang.

C) Saat ketinggiannya bertambah pada sisi lainnya, ayunan mulai melambat dan kehilangan energi kinetik. Saat ketinggiannya bertambah, energi potensialnya juga bertambah.

D) Saat ia mencapai titik tertinggi dan bersiap-siap untuk mengayun lagi pada arah sebaliknya, energi mekanik ayunan berupa energi potensial.

Ketika ayunan berlangsung maju dan mundur, energi diubah dari kinetik ke potensial ke kinetik, berlanjut dan berlangsung terus-menerus. Secara bersamaan, energi potensial dan kinetik ayunan membentuk energi mekanik. Energi mekanik adalah jumlah energi kinetik dan energi potensial dalam suatu sistem.

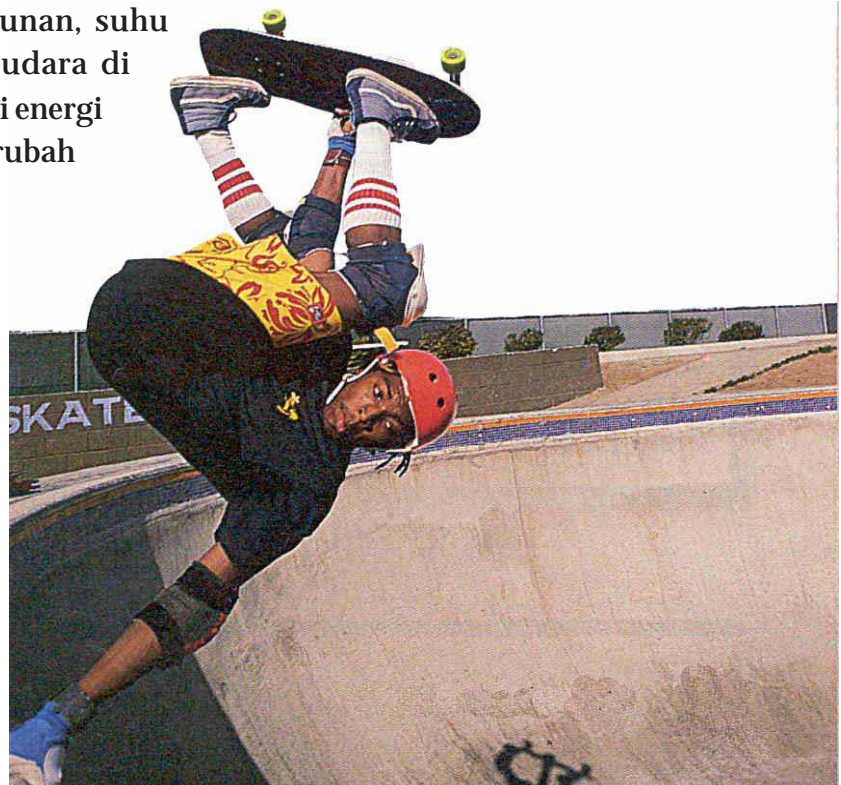
Kekekalan Energi – Hukum Alam

Ilmuwan telah mempelajari bahwa pada situasi tertentu, energi dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain, tetapi energi totalnya tetap. Dengan kata lain, energi adalah kekal. Fakta ini dikenal sebagai hukum alam. Sesuai hukum kekekalan energi, energi dapat berubah bentuk, tetapi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan pada kondisi biasa. Hukum ini berlaku untuk sistem tertutup, yakni energi tidak memasuki atau meninggalkan sistem itu.

Misalkan hukum kekekalan energi diterapkan kepada ayunan. Dapatkah kamu memperkirakan apakah ayunan bergerak maju mundur selamanya? Kamu tahu hal ini tidak terjadi. Ayunan melambat dan akhirnya berhenti. Kemana perginya energi tersebut?

Gesekan dan hambatan udara selalu bekerja pada ayunan dan penunggangnya, yang juga dialami oleh pemain *skate* pada Gambar 9.7. Gaya-gaya tersebut menyebabkan energi mekanik ayunan berubah menjadi energi panas. Pada setiap gerakan ayunan, suhu ayunan, penunggangnya, dan udara di sekitarnya bertambah sedikit. Jadi energi mekanik tidak hilang, tetapi berubah menjadi energi panas.

Kereta luncur mengangkat kamu tinggi-tinggi dari tanah dan juga menggerakkan kamu pada kelajuan tinggi. Tubuhmu mengalami berbagai perubahan energi kinetik dan energi potensial. Buatlah **hipotesis** di titik mana tubuhmu memiliki energi kinetik terbesar.

Gambar 9.7
Gravitasi menghasilkan gaya yang menggerakkan papan luncur menuruni papan cekung. *Perubahan energi apa yang terjadi?*

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

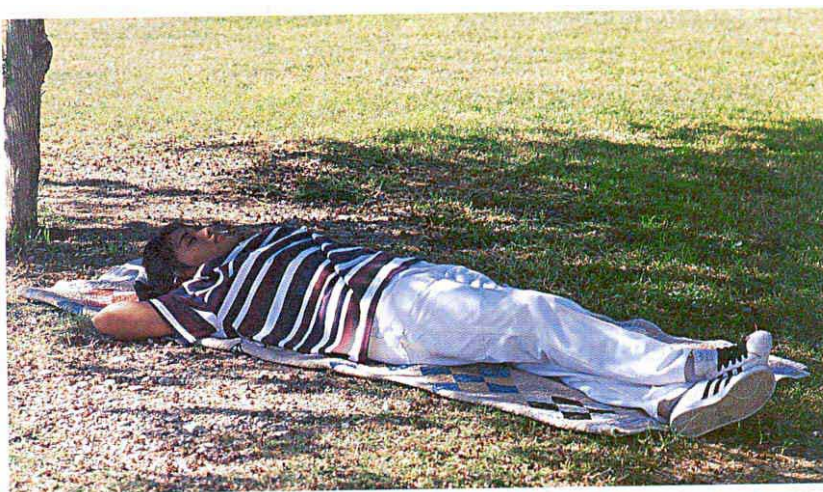
Energi pada Tubuh Manusia

Energi dalam bentuk apakah yang dapat kamu temukan dalam tubuh manusia? Dengan tangan kananmu, pegang dan rasakan bahu kirimu. Saat melakukan gerakan sederhana, kamu terlibat dalam pengubahan energi potensial kimia yang tersimpan dalam tubuhmu menjadi energi kinetik berupa gerakan tanganmu saat melakukan usaha. Apakah bahumu terasa hangat oleh tanganmu? Sebagian energi potensial yang tersimpan dalam tubuhmu digunakan untuk menjaga suhu dalam tubuh konstan. Sebagian energi juga diubah menjadi panas yang terbuang ke lingkungan sekitar. Walau-pun istirahat, orang dalam Gambar 9.8 memerlukan pengubahan energi.

Proses kimia dan fisika yang kompleks juga tunduk terhadap hukum-hukum fisika, termasuk hukum kekekalan energi. Energi yang tersimpan dalam tubuhmu (misalnya berupa lemak) berkurang ketika usaha yang dilakukan atau panas terbuang dari tubuhmu ke lingkungan sekitarmu. Untuk menjaga berat badan yang sehat, kamu harus menyeimbangkan antara energi yang diperoleh dengan energi yang dikeluarkan dari tubuhmu sebagai usaha atau panas.

Makanan – Energi Potensial Kimia Kita

Apa yang kamu makan untuk sarapan pagi ini? Tubuhmu sibuk mengubah secara kimia makananmu menjadi molekul-molekul yang dapat bereaksi dengan oksigen dan digunakan sebagai bahan bakar. Walaupun kamu tidak sarapan pagi ini, tubuhmu mengubah energi yang tersimpan dalam lemak untuk kebutuhan mendadak sampai kamu makan lagi. Kamu mungkin akrab dengan Kalori makanan, yaitu satuan yang digunakan ahli nutrisi untuk mengukur berapa banyak energi yang kita dapatkan dari makanan tertentu. Satu Kalori (dengan huruf k besar) sama dengan satu

Gambar 9.8
Orang ini tetap menggunakan energi walaupun sedang istirahat. Jelaskan untuk apakah penggunaan energi dalam tubuhnya.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Tabel 5-1

Energi yang Digunakan Selama 1 Jam (Kalori)			
Jenis Kegiatan	Ukuran Tubuh		
	Kecil	Sedang	Besar
Tidur	48	56	64
Duduk	72	84	96
Makan	84	98	112
Berdiri	96	112	123
Berjalan	180	210	240
Bermain tenis	380	420	460
Balap sepeda	500	600	700
Berlari	700	850	1000

kilokalori atau sekitar 4180 joule. Setiap gram lemak yang dikonsumsi seseorang menyediakan energi 9 Kalori. Karbohidrat dan protein masing-masing menyediakan energi sekitar 4 Kalori per gram.

Mengapa tubuhmu memerlukan sumber energi? Makanan menyediakan bahan bakar yang digunakan untuk menjaga suhu tubuh agar konstan, untuk membantu organ-organ tubuh, dan melakukan usaha saat kamu menggerakkan tubuhmu. Tabel 5-1 menunjukkan banyaknya energi yang digunakan dalam melakukan berbagai aktivitas. Energi yang diperlukan masing-masing orang bergantung pada berbagai faktor seperti ukuran tubuh, usia, jenis kelamin, faktor keturunan, dan tingkat aktivitas sehari-hari. Dalam sub bab berikutnya, kamu akan mempelajari sumber-sumber dan penggunaan energi dan bentuk-bentuk energi yang berbeda.

Setelah kamu memahami pengertian energi, energi kinetik, dan energi potensial, terapkan lebih lanjut pemahamanmu dengan melakukan Kegiatan 9.1.

Penggunaan Matematika

Satu bungkus kecil kentang goreng mengandung sekitar 270 Kalori. Dengan menggunakan **Tabel 5-1**, hitunglah berapa menit kamu harus berjalan untuk "membakar" Kalori ini.

Merancang Sendiri Percobaanmu
Energi pada Ayunan

Bayangkan dirimu berayun dalam ayunan. Apa yang akan terjadi seandainya temanmu menghentikanmu dengan menahan tali ayunan pada bagian tengahnya saat kamu melintas pada titik terendah? Apakah kamu akan langsung berhenti ataukah meneruskan gerakanmu hingga mencapai ketinggian maksimum?

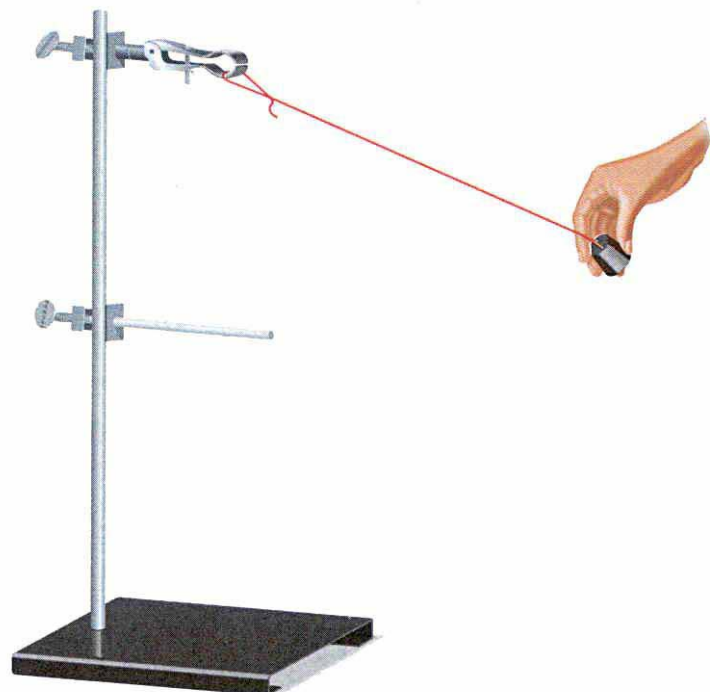
PERSIAPAN

Permasalahan
Bagaimanakah kamu menggunakan sebuah model untuk menjawab pertanyaan tentang situasi ayunan seperti yang dipaparkan di atas?

Merumuskan Hipotesis
Pelajari gambar peralatan di samping. Apakah gambar ini mirip dengan situasi yang dipaparkan dalam pengantar di atas? Susunlah hipotesis mengenai apa yang terjadi pada gerak ayunan dan ketinggian akhir jika ayunan dihentikan oleh penghalang melintang.

Tujuan
- Mampu merangkai ayunan untuk membandingkan perubahan energi potensial dan kinetik saat ayunan dihentikan.
- Mampu mengukur ketinggian mula-mula dan ketinggian akhir sebuah bandul ayunan.

Alat dan Bahan yang Mungkin Digunakan
- statif dan klem
- batang berklem, 30 cm
- bandul ayunan
- benang (1 m)
- mistar
- kertas grafik

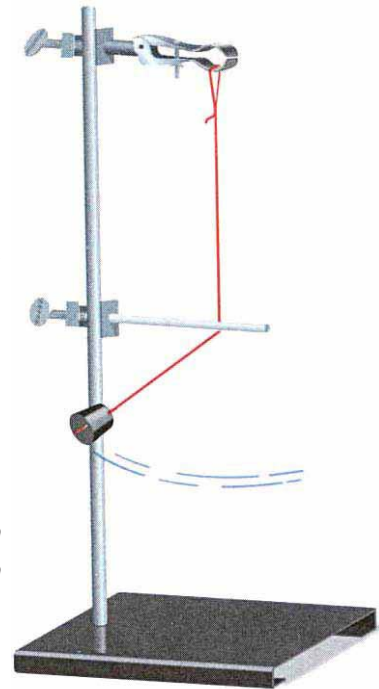
Petunjuk Keselamatan
Yakinlah bahwa landasan cukup berat sehingga peralatan itu tidak roboh.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Sebagai satu kelompok, tulis hipotesis kalian dan buat urutan langkah-langkah yang kamu perlukan untuk mengujinya. Buat secara terperinci. Buat pula daftar peralatan yang kamu perlukan.
2. Jika kamu memerlukan tabel data, rancanglah tabel tersebut dalam buku IPA-mu.

Menguji Rancangan

1. Susun peralatan seperti yang ditunjukkan dalam gambar. Yakinlah bahwa batang penahan berpotongan dengan tali ayunan.
2. Temukan cara untuk mengukur ketinggian mula-mula dan akhir dari ayunan itu. Catat ketinggian mula-mula dan akhir dalam tabel data.
3. Putuskan bagaimana kamu akan melepaskan bandul dari ketinggian yang sama.
4. Yakinkan bahwa kamu mencoba awalan ayunanmu baik di atas dan di bawah ketinggian batang penahan. Berapa kalikah kamu sebaiknya mengulangi setiap jenis ayunan?

9. *Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rancanganmu dan kamu telah memasukkan perubahan yang disarankan dalam rancanganmu.*

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

MELAKSANAKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
2. Saat percobaan berlangsung, tulis hasil-hasil pengamatan yang kamu lakukan dan lengkapi tabel dalam buku IPA-mu.

Analisis dan Aplikasi

1. Ketika bandul dilepas dari ketinggian yang sama dengan tinggi penahan, apakah ketinggian akhir dari bandul sama dengan ketinggian awalnya? **Komunikasikan** dengan menjelaskan mengapa ya atau mengapa tidak.
2. **Ramalkan,** apa yang akan terjadi bila ketinggian awalnya lebih tinggi dari penahan?
3. **Analisislah** perpindahan energinya. Pada posisi manakah bandul memiliki energi kinetik terbesar? Energi potensial terbesar?

Selanjutnya

Apa yang terjadi jika massa bandul diperbesar? Coba-lah. Apa pengaruh bertambahnya massa penung-gang terhadap orang yang meng-hentikan ayunan?

Apakah usaha Itu?

Bagi sebagian besar orang, kata *usaha* atau *kerja* berarti sesuatu yang mereka lakukan untuk memperoleh uang. Dalam arti ini usaha dapat berupa mencatat pesanan makanan di restoran atau berangkat mengajar atau kerja kantor. Pengertian usaha dalam fisika berbeda dengan pengertian usaha dalam kehidupan sehari-hari. Dalam fisika, agar usaha berlangsung, *gaya harus dikerahkan hingga menempuh jarak tertentu*.

Menghitung Usaha

Dalam kasus berikut usaha manakah yang lebih banyak kamu lakukan, mengangkat sebungkus permen dari lantai ke keranjang ataukah mengangkat setumpuk buku melintasi jarak yang sama? Manakah usaha yang lebih banyak dilakukan oleh wanita pada **Gambar 9.9,** mengangkat buku setinggi pinggangnya ataukah mengangkat buku hingga di atas kepalanya? Besar usaha yang dilakukan bergantung pada *besar* dan *arah gaya* yang dikerahkan dan *perpindahan* benda selama gaya dikenakan.

Ketika sebuah *gaya bekerja pada arah yang sama dengan arah gerak benda*, usaha dapat dihitung dengan cara

$$usaha = gaya \times jarak$$
$$W = F \times d$$

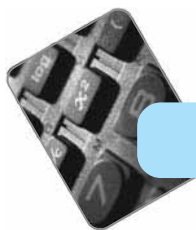
Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.9
Usaha (kerja) dilakukan terhadap buku ketika buku itu diangkat dari lantai. Pemuda tersebut tidak melakukan usaha terhadap bukunya.

Usaha, seperti halnya energi, bersatuan joule. Joule adalah nama ilmuwan Inggris, James Prescott Joule. Satu joule sama dengan satu newton-meter (N.m), yakni besarnya usaha yang dilakukan ketika gaya satu newton bekerja sepanjang satu meter. Orang dalam Gambar 9.10 itu sedang melakukan usaha.

Dalam masalah di bawah ini, kamu diharapkan berlatih untuk menghitung usaha yang dilakukan oleh gaya tetap.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.10
Bagaimanakah kamu meng-hitung usaha yang dilakukan orang ini?

Penggunaan Matematika

Menghitung Usaha

Soal Contoh:

Ransel siswa beratnya 30 N. Seorang siswa mengangkatnya dari lantai ke meja yang tingginya 1,5 m. Berapakah usaha yang dilakukan terhadap ransel tersebut?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui? — Berat ransel, F = 30 N; jarak, d = 1,5 m
2. Apa yang tidak diketahui? — Usaha, W
3. Gunakan persamaan — $W = F \times d$
4. Penyelesaian: — W = 30 N x 1,5 m
   = 45 N.m = 45 J

Soal-soal Latihan:

1. Seorang tukang kayu mengangkat balok 450 N setinggi 120 cm. Berapakah usaha yang dilakukan terhadap balok itu?
2. Seorang penari mengangkat balerina 400 N di atas kepalanya pada jarak 1,4 m dan menahannya selama beberapa detik. Berapakah usaha yang dilakukan penari itu pada saat mengangkat balerina? Selama menahan balerina di atas kepalanya?

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.11
Usaha yang dilakukan anak ini terhadap tas sama dengan nol, walaupun tas ransel yang dibawanya berpindah tempat. Hal ini disebabkan arah gaya yang dikerahkan anak itu terhadap benda tidak searah dengan perpindahan benda.

Terdapat 2 faktor yang harus diingat bila memutuskan apakah terdapat usaha yang dilakukan: *benda harus bergerak*, dan *arah gerakannya tidak tegak lurus dengan arah gaya yang dikerahkan*. Jika kamu mengangkat setumpuk buku dari lantai, kamu melakukan usaha terhadap buku itu. Buku tersebut bergerak ke atas, sesuai arah gaya yang dikerahkan. Jika kamu menahan buku itu, tidak ada usaha yang dilakukan terhadap buku. Gaya ke atas tetap dikerahkan (untuk menjaga buku agar tidak jatuh), tetapi tidak ada gerakan yang terjadi. Demikian juga jika kamu menenteng buku melintasi lantai dengan kecepatan tetap. Kamu tidak melakukan usaha terhadap buku itu. Kejadian ini seperti anak pada Gambar 9.11, yang tidak melakukan usaha terhadap tas ranselnya. Gaya yang bekerja terhadap buku tetap ke atas, atau vertikal, tetapi gerakan kamu melintasi lantai adalah mendatar atau horisontal.

Perhatikan bahwa pada saat usaha dilakukan pada sebuah benda, selalu terjadi perubahan gerakan pada benda itu. Telah kamu ketahui bahwa gerak merupakan salah satu bentuk energi. Jadi usaha merupakan pemindahan energi melalui gerak.

Daya

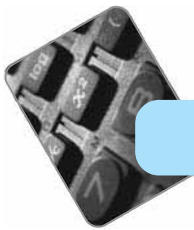
Misalkan kamu dan temanmu mengangkat kotak-kotak dari lantai ke atas rak. Berat kotak-kotak itu sama, tetapi temanmu mampu mengangkat kotak lebih cepat daripada kamu. Temanmu mengangkat kotak dalam waktu 15 sekon, sedangkan kamu 20 sekon. Apakah usaha yang kalian lakukan sama? Ya. Hal ini benar, karena berat kotak sama dan jaraknya juga sama. Perbedaannya hanyalah waktu yang kalian perlukan untuk melakukan usaha.

Temanmu memiliki daya lebih besar daripada kamu. Daya adalah cepatnya usaha dilakukan. Dengan kata lain *daya adalah usaha yang dilakukan tiap satuan waktu*. Untuk menghitung daya, bagilah usaha yang dilakukan dengan waktu yang diperlukan untuk melakukan usaha.

$$\textbf{daya} = \frac{\textbf{usaha}}{\textbf{waktu}}$$

$$P = \frac{W}{t}$$

Daya diukur dalam satuan watt, sesuai nama James Watt, yang menemukan mesin uap. Satu watt (W) adalah satu joule per sekon. Daya satu watt relatif kecil, kurang lebih sama dengan daya untuk mengangkat segelas air dari lututmu ke mulutmu dalam waktu satu sekon. Karena watt merupakan satuan yang kecil, untuk daya yang lebih besar seringkali dinyatakan dalam kilowatt. Satu kilowatt (kW) sama dengan 1000 watt.

Besar daya berbagai peralatan dituliskan dalam satuan watt. Besar daya ini dapat digunakan untuk membandingkan cepatnya mesin melakukan usaha. Jika besar usaha yang sama dilakukan dengan kecepatan berbeda, diperlukan mesin dengan daya yang berbeda. Pelajarilah contoh soal di bawah ini untuk melihat bagaimana usaha dan daya berkaitan, kemudian kerjakan soal-soal latihannya.

Penggunaan Matematika

Menghitung Daya

Soal Contoh:

Seorang pemain akrobat mengangkat rekannya, yang beratnya 450 N, setinggi 1,0 m dalam waktu 3,0 sekon. Berapakah daya yang diperlukan?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah:

1. Apa yang diketahui? Gaya, F = 450 N
   jarak, d = 1,0 m
   waktu, t = 3,0 s
2. Apa yang tidak diketahui? daya, P
3. Pilih persamaan $P = \frac{W}{t} = \frac{F \times d}{t}$
4. Penyelesaian: $P = \frac{450 \text{ N} \times 1{,}0 \text{ m}}{3{,}0 \text{ s}} = 150 \text{ W}$

Soal-soal Latihan:

1. Berapakah daya yang diperlukan seseorang yang beratnya 50 N untuk menaiki tangga setinggi 3 m dalam waktu 5 sekon?
   Bantuan Strategi: watt adalah satuan turunan. Satuan-satuan apakah yang menyusunnya?
2. Sebuah mesin pengeruk dengan daya 50 kW mengerjakan gaya 5000 N untuk mendorong tanah sejauh 200 meter. Berapakah waktu yang diperlukan mesin itu?
   Bantuan Strategi: atur kembali persamaannya.

Intisari Sub Bab

1. Bayangkan kamu berdiri di atas anak tangga dan kamu menjatuhkan bola basket. Pantulan pertama adalah yang tertinggi. Masing-masing pantulan sesudahnya akan semakin kecil hingga bola berhenti memantul. Jelaskan perubahan energi yang terjadi, dimulai saat bola jatuh.
2. Peserta suatu lomba memenangkan hadiah dengan mendorong bola boling sejauh 20 m. Usaha yang dilakukan sebesar 1470 J. Berapakah besar gaya yang dikerahkan orang itu?
3. Misalkan kamu mengangkat seember air yang beratnya 150 N setinggi 1,5 m dalam waktu 2 s. Berapakah daya yang kamu perlukan?
4. Berpikir Kritis: Berbagai diskusi difokuskan terhadap kebutuhan tentang mengendarai mobil yang lebih efisien dan menggunakan sedikit listrik. Jika hukum kekekalan energi benar, mengapa orang menaruh perhatian terhadap penggunaan energi?

Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Bandingkan dan bedakan usaha dalam arti sehari-hari dengan definisi ilmiah. Beri contoh usaha dalam istilah sehari-hari yang bukan termasuk usaha menurut arti ilmiah.

Jurnal IPA

Tubuhmu menggunakan energi untuk menggerakkan kamu memasuki kamar. Dari manakah asal energi ini? Dalam Jurnal IPA-mu, tulislah sebuah paragraf yang memaparkan dari manakah kebutuhan energimu ini. Runut balik perubahan-perubahan energi tersebut sebanyak yang kamu bisa.

Pesawat Sederhana B

Apakah kamu menggunakan pesawat atau mesin hari ini? Kamu mungkin mengetahui bahwa sepeda adalah sebuah mesin. Peraut pensil dan pembuka botol juga mesin. Jika kamu memutar pegangan pintu atau mencangkul tanah, kamu telah menggunakan mesin. Mesin atau pesawat adalah peralatan yang memudahkan kerja / usaha.

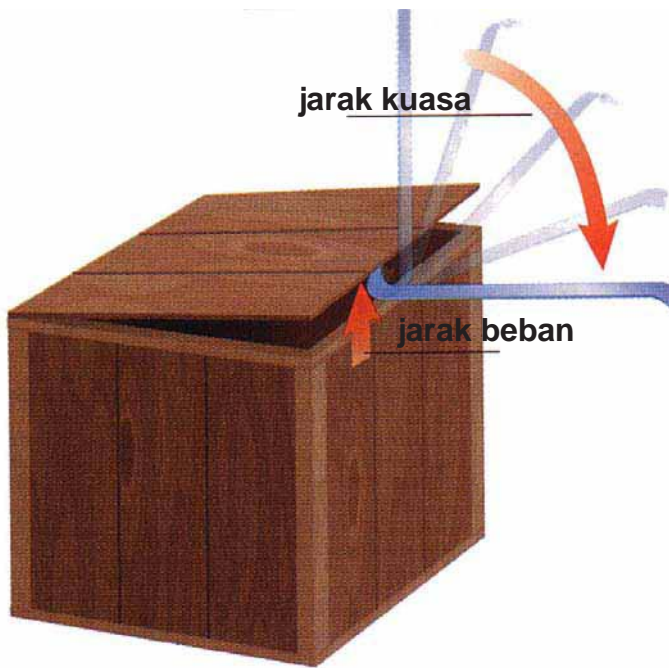
Kata-kata IPA

pesawat
pesawat sederhana
gaya kuasa
gaya beban
pesawat ideal
keuntungan mekanik
pengungkit
tumpuan
lengan kuasa
lengan beban
katrol
roda dan poros
bidang miring
sekrup
baji

Pesawat Sederhana

Sebagian pesawat dijalankan oleh motor listrik atau motor bakar; sebagian lagi dijalankan oleh manusia. Pesawat sederhana adalah peralatan yang melakukan usaha dengan hanya satu gerakan. Gambar 9.12 memperlihatkan contoh-contoh berbagai jenis pesawat sederhana. Kamu akan belajar jenis-jenis pesawat ini lebih banyak pada bagian berikutnya.

Gambar 9.12
Contoh-contoh pesawat sederhana yang dapat dijumpai di berbagai tempat.

Keuntungan Pesawat Sederhana

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997

Gambar 9.13
Pengumpil ini digunakan untuk menggandakan gaya kuasa dan membuka kotak. Tetapi gaya kuasa harus bekerja pada jarak yang lebih jauh daripada jarak beban.

Misalkan kamu ingin membuka kotak kayu berpaku dengan pengumpil. Kamu menyelipkan ujung pengumpil itu di bawah papan kayu dan menekan ke bawah pegangannya. Kamu melakukan usaha terhadap pengumpil dan pengumpil melakukan usaha terhadap papan kayu.

Pesawat memudahkan kerja/usaha dengan mengubah besar gaya yang kamu kerahkan, arah gaya, atau keduanya. Gambar 9.13 memperlihatkan bagaimana pengumpil mengubah besar dan arah gaya saat kamu mencoba mengangkat papan.

Mengatasi Gravitasi dan Gesekan

Ketika kamu menggunakan pesawat sederhana, kamu mencoba menggerakkan sesuatu yang sulit digerakkan. Sebagai contoh, ketika kamu menggunakan sepotong kayu untuk menggerakkan sebongkah batu, kamu bekerja melawan gravitasi, yakni berat batu. Ketika kamu menggunakan pengumpil untuk membuka tutup kotak, kamu bekerja melawan gaya gesek, yaitu gesekan antara paku-paku di tutup kotak dan kotaknya.

Mengerahkan Gaya dan Melakukan Usaha

Dua gaya dilibatkan saat sebuah pesawat digunakan untuk melakukan usaha. Gaya yang dikenakan kepada pesawat disebut gaya kuasa ($\boldsymbol{F}_k$). Gaya yang dikerahkan oleh pesawat untuk mengatasi hambatan disebut gaya beban ($\boldsymbol{F}_b$). Dalam contoh tutup kotak tadi, kamu mengerahkan gaya kuasa pada pegangan pengumpil. Gaya beban berupa gaya pengumpil terhadap tutup kotak.

Terdapat dua jenis usaha saat pesawat digunakan: usaha *kepada* pesawat dan usaha *oleh* pesawat. Usaha kepada pesawat disebut usaha masukan (W_{in}) dan usaha oleh pesawat disebut usaha keluaran (W_{out}). Ingatlah kembali bahwa usaha adalah perkalian antara gaya dengan jarak saat gaya bekerja: $W = F \times d$. Usaha masukan adalah perkalian

antara gaya kuasa dengan jarak saat gaya bekerja: $W_{in} = F_k \times d_k$. Usaha keluaran adalah hasil kali gaya beban dengan jarak gerak beban: $W_{out} = F_b \times d_b$.

Ingatlah bahwa usaha merupakan pemindahan energi melalui gerak, sedangkan energi selalu kekal. Jadi, kamu tidak akan pernah mendapatkan usaha keluaran dari pesawat lebih besar dari usaha yang kamu berikan. Dengan kata lain W_{out} tidak pernah lebih besar daripada W_{in}. Kenyataannya, jika pesawat digunakan, sebagian energi diubah menjadi panas karena gesekan. Jadi W_{out} selalu lebih kecil daripada W_{in}.

Walaupun pesawat yang sempurna tidak pernah dapat dibuat, kita dapat membayangkan pesawat tanpa gesekan. Tidak ada energi yang diubah menjadi panas oleh pesawat ini. Pada pesawat ideal, usaha masukan sama dengan usaha keluaran. Untuk pesawat ideal

$$W_{in} = W_{out}$$
$$F_k \times d_k = F_b \times d_b$$

Dalam banyak kejadian, pesawat melipatgandakan gaya beban: F_b lebih besar daripada F_k. Jadi, agar W_{in} sama dengan W_{out}, gaya kuasa harus bergerak lebih jauh daripada gaya beban: d_k harus lebih besar daripada d_b.

Keuntungan Mekanik

Pikirkan lagi kegiatan membuka tutup kotak tadi. Perpindahan pegangan pengumpil (d_k) lebih besar daripada perpindahan ujung pengumpil (db). Jadi, ujung pengumpil mengerjakan gaya beban (Fb) lebih besar daripada gaya kuasa (Fk) yang kamu kerahkan.

Bilangan yang menunjukkan berapa kali lipat pesawat menggandakan gaya disebut keuntungan mekanik (KM) pesawat itu. Untuk menghitung keuntungan mekanik, kamu bagi gaya beban dengan gaya kuasa.

$$KM = \frac{\text{gaya beban}}{\text{gaya kuasa}} = \frac{F_b}{F_k}$$

Beberapa pesawat tidak menggandakan gaya. Pesawat itu hanya mengubah arah gaya kuasa. Sebagai contoh, bila kamu menarik ke bawah tali kerekan sumur, maka timba akan naik. Hanya arah gaya yang berubah; gaya kuasa dan gaya beban sama, jadi keuntungan mekaniknya 1.

Pesawat-pesawat lain, seperti sekop, memiliki keuntungan mekanik kurang dari 1. Pesawat itu digunakan untuk mempercepat gerak beban. Kamu akan belajar lebih lanjut tentang berbagai jenis pesawat sederhana pada bagian berikutnya.

Kerjakan soal di bawah ini untuk mengetahui bagaimana keuntungan mekanik dikaitkan dengan gaya kuasa dan gaya beban. Selanjutnya, lakukan Kegiatan 9.2 untuk menerapkan pemahamnmu tentang pesawat sederhana.

Penggunaan Matematika

Menghitung Keuntungan Mekanik

Soal Contoh:

Seorang pekerja mengerahkan gaya kuasa 20 N untuk mencongkel jendela yang memiliki gaya hambat 500 N. Berapa keuntungan mekanik linggisnya?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui?
   Gaya beban, F_b = 500N
   Gaya kuasa, F_k = 20 N
2. Apa yang tidak diketahui?
   Keuntungan mekanik, KM
3. Pilih persamaan

$$KM = \frac{F_b}{F_k}$$

4. **Penyelesaian:**

$$KM = \frac{500\ \text{N}}{20\ \text{N}} = 25$$

Soal Latihan:

Carilah gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat batu 2000 N, dengan menggunakan tongkat yang keuntungan mekaniknya 10.

Burung-burung terbang dengan menggunakan sayap-sayapnya bergerak melalui udara. Tentukan gaya kuasa dan gaya beban pada “pesawat sederhana” ini dengan menggambarkannya dan memberi tanda pada gambarmu.

Merancang Sendiri Percobaanmu
Jalan Masuk untuk Setiap Orang

Jika kamu berada di kursi roda atau tidak mampu menaiki tangga, mampukah kamu memasuki rumah atau sekolahmu dan berkeliling di dalamnya? Seharusnya setiap bangunan dapat dimasuki oleh setiap orang, termasuk yang mengendarai kursi roda. Dalam percobaan ini, kamu akan menggunakan pesawat sederhana untuk merancang rumah, sekolah, atau kantor-kantor yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda.

PERSIAPAN

Masalah
Bagaimanakah kamu memanfaatkan pesawat sederhana untuk membuat sebuah gedung yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda?

Merumuskan Hipotesis
Curahkan ide-ide bersama kelompok-mu dan buatlah sebuah hipotesis tentang bagaimana kamu dapat menyelesaikan masalah di atas.

Tujuan
- Mampu menerapkan pesawat sederhana dalam perancangan pembangunan gedung.
- Mampu menjelaskan maksud penggunaan tiap-tiap pesawat sederhana, termasuk keuntungan mekaniknya.

Bahan yang Mungkin Diperlukan
- kertas manila
- penggaris
- pensil
- spidol

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

MERANCANG PERCOBAAN

1. Buatlah kesepakatan tentang jenis gedung yang hendak kalian rancang. Buatlah diagram kasar gedung itu dengan pensil pada kertasmu.
2. Hasilkan paling tidak tiga hal yang membantu bangunanmu dapat dimasuki dan mudah digunakan oleh pengendara kursi roda. Dua diantaranya harus menggunakan pesawat sederhana.
3. Lihatlah pesawat sederhana yang lebih mendetil pada Subbab 2-2.
4. Dalam diagrammu, buatlah sketsa pula bagaimana dan di mana tiga bantuan itu digunakan.

Mengecek Rencana

1. Sebelum kamu menggambar final rancanganmu, yakinlah bahwa kelompokmu telah menyepakati rancanganmu.
2. Mengapa bangunanmu menjadi sulit dimasuki tanpa dilengkapi dengan bantuan khusus itu? Pikirkan gedung yang tidak dapat dimasuki pengendara kursi roda sebagai kontrol.
3. Jelaskan bagaimana kamu dapat memperoleh keuntungan mekanik terbesar dari tiap pesawat sederhanamu. Sebagai contoh, jika kamu menggunakan bidang miring, apakah papan yang panjang atau yang pendek, atau papan berundak lebih efektif? mengapa?
4. *Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rancanganmu dan kamu telah menyertakan semua perubahan yang disarankan beliau.*

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Gambarlah rancangan final sejelas-jelasnya pada kertas manila.
2. Yakinlah kamu telah memberi label (tanda) pada hal yang membantu pengendara kursi roda. Diskusikan apa guna tiap pesawat sederhana pada rancanganmu. Siapkan untuk mempresentasikan rancanganmu di muka kelas.

Analisis dan Penerapan

1. **Komunikasikan** rancanganmu di kelas dan **analisislah** rancangan kelompok lain. Bantuan apa yang sering digunakan?
2. **Temukan** paling sedikit dua pesawat sederhana pada kursi roda dan **diskusikan** dimana pesawat itu ditemukan di kursi roda.
3. Rancanganmu adalah gedung baru yang dapat dimasuki oleh pengendara kursi roda. **Simpulkan** apakah metodemu dapat digunakan pada gedung lama sehingga pengendara kursi roda dapat memasukinya.

Selanjutnya

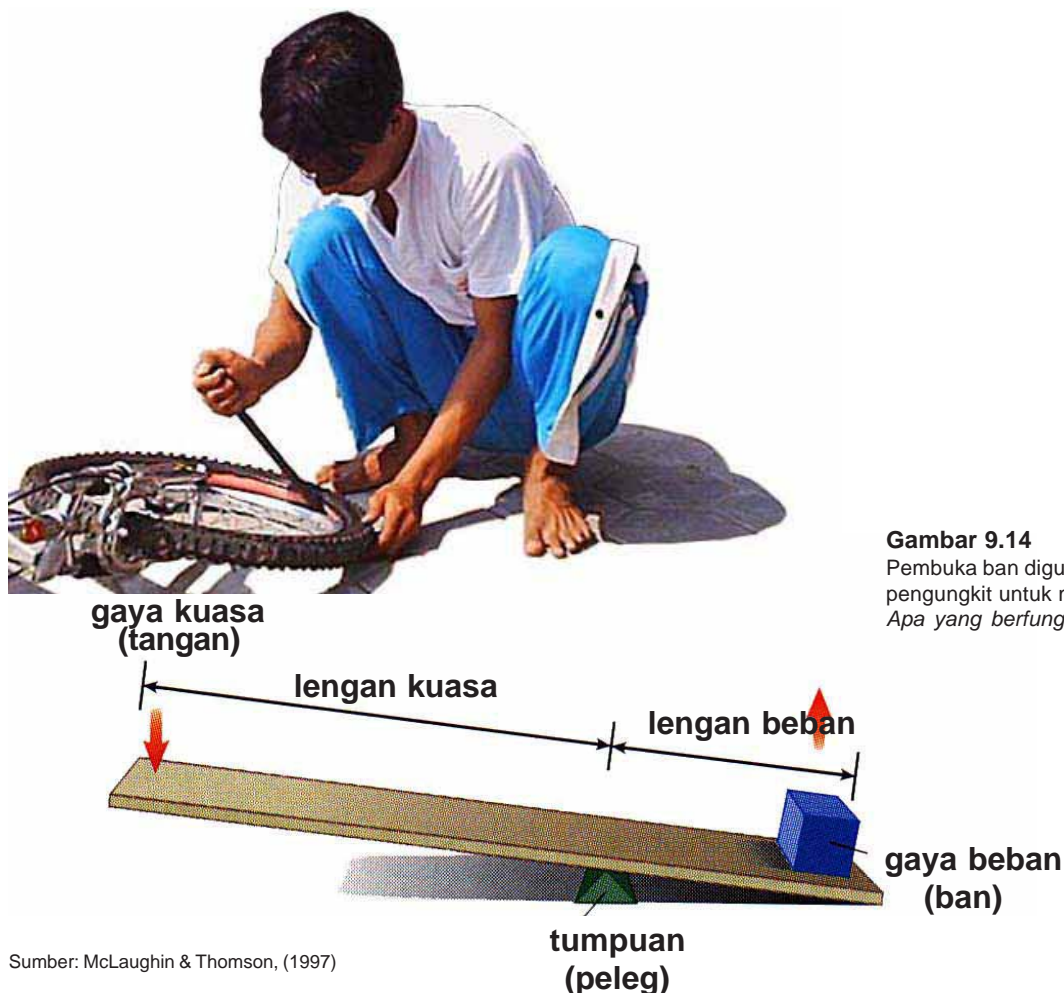
Lakukan pengamatan pada bangunan di sekitarmu. Adakah rintangan yang membuat orang berkursi roda tidak dapat memasukinya? Hal-hal apa yang seharusnya kamu amati? Kamu dapat mengamati empat kelompok bangunan: rumah, sekolah, bangunan swasta, dan bangunan pemerintah.

Jenis-jenis Pesawat Sederhana

Pengungkit atau Tuas

Jika kamu pernah menaiki gerobak, membuka tutup botol, atau mengayunkan raket, kamu telah menggunakan pengungkit atau tuas. **Pengungkit** adalah batang yang dapat berputar terhadap titik tetap. Titik tetap pada pengungkit disebut **tumpuan**. Bagian pengungkit yang dikenai gaya kuasa disebut **lengan kuasa**. Bagian pengungkit yang mengerjakan gaya beban disebut **lengan beban**.

Misalkan kamu menggunakan pembuka ban untuk membuka ban dari roda. Kamu dapat melihat dalam **Gambar 9.14,** peleg roda berfungsi sebagai tumpuan. Kamu menekan lengan kuasa pembuka ban ke bawah. Pembuka ban berputar terhadap tumpuan, dan lengan beban mengerjakan gaya kepada ban, sehingga ban terangkat ke atas.

Sumber: McLaughin & Thomson, (1997)

Gambar 9.14
Pembuka ban digunakan sebagai pengungkit untuk melepas ban dari roda.
Apa yang berfungsi sebagai tumpuan?

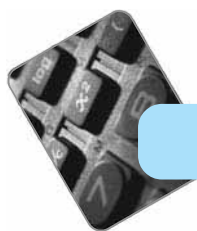
Keuntungan mekanik
1. Dapatkan sebuah sistem pengungkit dan neraca pegas.
2. Pasanglah beban pada titik beban dan berikan gaya pada titik kuasa, sehingga beban terangkat. **Ukurlah** gaya beban dan gaya kuasa.
3. **Ukurlah** jarak lengan beban dan lengan kuasa.

Analisis
Bagilah panjang lengan kuasa dengan panjang lengan beban. **Bandingkan** hasilnya dengan gaya beban dibagi gaya kuasa.

Keuntungan Mekanik Pengungkit

Pengungkit memudahkan usaha dengan menggandakan gaya kuasamu dan mengubah arah gayamu. Kamu telah mempelajari bahwa keuntungan mekanik pesawat dapat dihitung dengan membagi gaya beban dengan gaya kuasa. Setelah melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 9.1,** kamu juga dapat menggunakan panjang lengan pengungkit untuk menemukan *keuntungan mekanik* pengungkit. **Panjang lengan kuasa** adalah jarak dari tumpuan sampai titik bekerjanya gaya kuasa. **Panjang lengan beban** adalah jarak dari tumpuan sampai dengan titik bekerjanya gaya beban. Sesuai dengan **Lab Mini 9.1**, keuntungan mekanik pengungkit dapat pula dicari dengan persamaan:

$$KM = \frac{\text{panjang lengan kuasa}}{\text{panjang lengan beban}} = \frac{L_k}{L_B}$$

Berlatihlah menghitung keuntungan mekanik pengungkit dengan mengerjakan soal-soal berikut ini.

Penggunaan Matematika

Keuntungan Mekanik Pengungkit

Soal Contoh :

Seorang anak menggunakan sebatang besi untuk mengangkat tutup lubang got yang beratnya 65 N. Panjang lengan kuasa pengungkit itu 60 cm. Sedangkan panjang lengan beban 10 cm. Berapakah keuntungan mekanik batang itu?

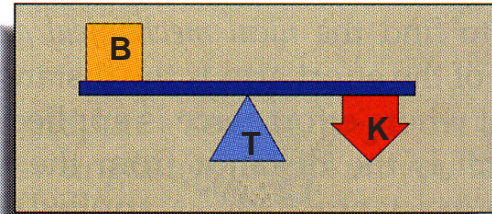
Langkah-langkah Pemecahan Masalah:
1. Apa yang diketahui? Lengan kuasa, L_k = 60 cm
   Lengan beban, L_b = 10 cm
2. Apa yang tidak diketahui? Keuntungan mekanik, *KM*
3. Pilih persamaannya. $KM = \frac{L_k}{L_B}$
4. Penyelesaian: $KM = \frac{60 \text{ cm}}{10 \text{ cm}} = 6{,}0$

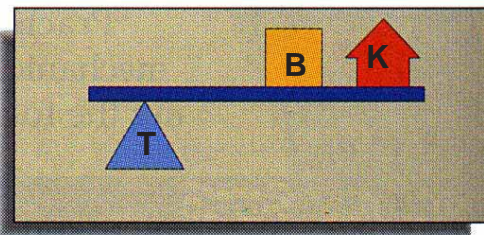
Soal-soal Latihan:
1. Kamu menggunakan bambu 140 cm sebagai pengungkit untuk mengangkat batu besar. Batu itu 20 cm dari tumpuan. Berapakah *KM* pengungkit itu?
2. Sebuah dayung perahu memiliki tangkai pegangan 50 cm dari tumpuan dan daun dayung 125 cm dari tumpuan. Berapakah keuntungan mekanik dayung itu?

Jenis-Jenis Pengungkit

Terdapat tiga jenis pengungkit. Jenis-jenis pengungkit ini didasarkan pada posisi gaya kuasa, gaya beban, dan tumpuan. Gambar 9.15 memperlihatkan ketiga jenis pengungkit itu.

Gambar 9.15
Jenis pengungkit dibedakan atas posisi gaya kuasa, gaya beban, dan tumpuan. Peng-gunaannya juga berbeda-beda.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

(a) Jenis Pertama: Pengungkit ini, dengan tumpuan terletak antara gaya kuasa dan gaya beban, biasanya digunakan untuk melipatkan gaya. Jika gaya kuasa dikenakan pada lengan yang lebih pendek pada pengungkit, pengungkit itu dapat juga digunakan untuk melipatkan jarak.

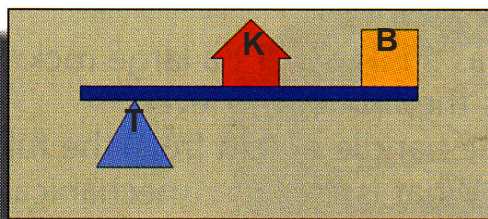
(b) Jenis Kedua: Beban terletak antara gaya kuasa dan tumpuan. Pengungkit ini selalu melipatkan gaya.

Sumber: Dok. Penulis.

(c) Jenis Ketiga: Gaya kuasa terletak di antara gaya beban dan tumpuan. Lengan kuasa selalu lebih pendek daripada lengan beban, sehingga pengungkit ini tidak dapat melipatkan gaya dan keuntungan mekaniknya selalu kurang dari satu.

K B T

Pada gambar orang menyekop di samping, titik tumpuannya adalah tangan kanan. Manakah titik beban dan titik kuasanya?

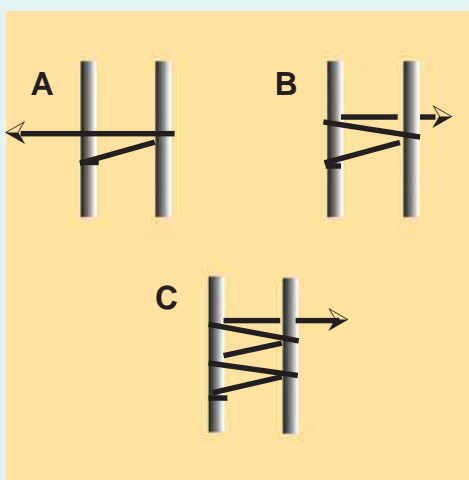
Sumber: Dok. Penulis.

Lab Mini 9.2

Bagaimanakah Katrol Memudahkan Kerja?

Prosedur

1. Ikatlah salah satu ujung tali pada tongkat. Belitkan ujung lain meliliti pipa lain (lihat Gambar A).
2. Lakukan oleh 3 orang. Dua orang menahan kuat-kuat tongkat mendatar di tangannya, kedua tongkat terpisah sekitar 30 cm. Orang ketiga memegang ujung tali dan berusaha menarik kedua tongkat sehingga mendekat.
3. Belitkan lagi tali itu ke tongkat pertama (B). Apa yang terjadi sekarang jika orang ke tiga berusaha menarik kedua tongkat sehingga mendekat?
4. Belitkan tali itu satu atau dua lilitan lagi melalui kedua tongkat (C) dan ulangi percobaan itu.

Analisis

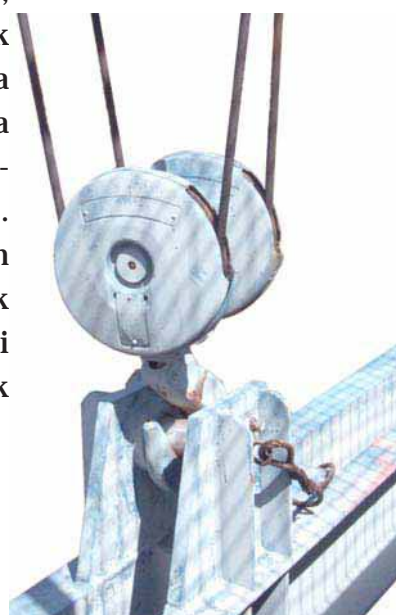
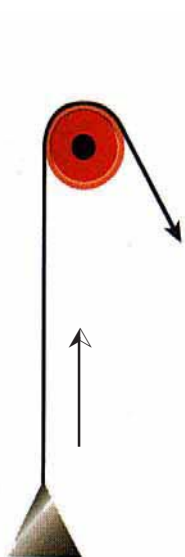
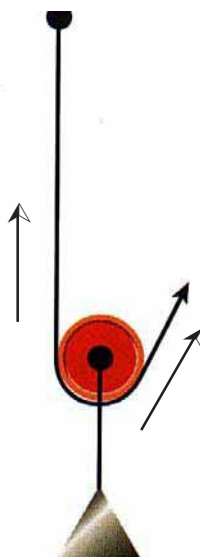
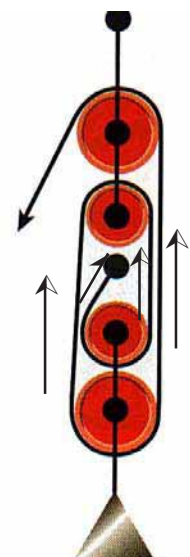
1. Bagaimanakah kesamaan kegiatan ini dengan sistem katrol? Bagaimana meningkatkan keuntungan mekanik pada katrol tongkat ini?
2. Apakah pesawat ini melipatkan energi orang yang menarik? Jelaskan, mengapa ya atau mengapa tidak!

Menarik dengan Katrol

Pernahkah kamu melihat seseorang menaikkan bendera pada tiang bendera? Sebuah katrol digunakan untuk menempatkan bendera di puncak tiang. Katrol adalah roda beralur dengan sebuah tali atau rantai yang lewat pada alur itu. Katrol memudahkan kita melakukan kerja, seperti yang kamu pahami jika melakukan kegiatan dalam Lab Mini 9.2.

Penempatan Katrol

Katrol dapat tetap atau bebas. Katrol tetap dilekatkan pada sesuatu yang tidak bergerak, misalnya atap, dinding, atau pohon. Katrol tetap, seperti yang digunakan orang pada puncak tiang bendera, dapat mengubah arah gaya kuasa. Ketika kamu menarik ke bawah pada lengan kuasanya dengan tali, katrol itu menaikkan benda yang dihubungkan dengan lengan beban. Keuntungan mekanik katrol tetap sama dengan 1. Jadi, katrol tetap tunggal tidak menggandakan gaya kuasa.

Katrol bebas dikaitkan pada beban yang hendak diangkat, diperlihatkan Gambar 9.16. Perbedaan antara katrol tetap dan katrol bebas ditunjukkan pada Gambar 9.17. Tidak seperti katrol tetap, katrol bebas melipatkan gaya. Oleh karena itu keuntungan mekaniknya lebih besar daripada 1. Pada kenyataannya, keuntungan mekanik katrol bebas tunggal sama dengan 2. Ini berarti gaya kuasa 1 N akan mengangkat beban 2 N. Sesuai dengan hukum kekekalan energi, jarak kuasa-nya harus dua kali lebih besar dari jarak beban.

Gambar 9.16
Pekerja konstruksi katrol untuk memperlancar pekerjaannya, bahkan untuk keselamatannya.

Sumber: Dok. Penulis.

***KM* = 1**
Katrol Tetap Tunggal

***KM* = 2**
Katrol Bebas Tunggal

***KM* = 4**
Katrol Gabungan

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997)

Gambar 9.17
Keuntungan mekanik pada tiap sistem katrol dapat ditemukan dengan menghitung tali yang menarik gaya beban ke atas, ditunjukkan oleh anak panah.

Katrol Gabungan

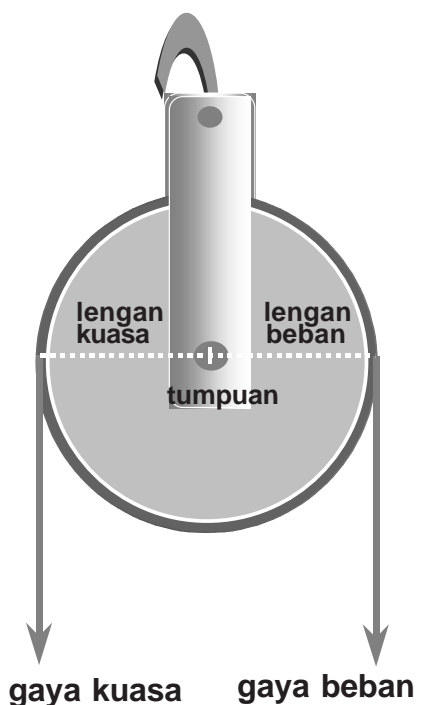
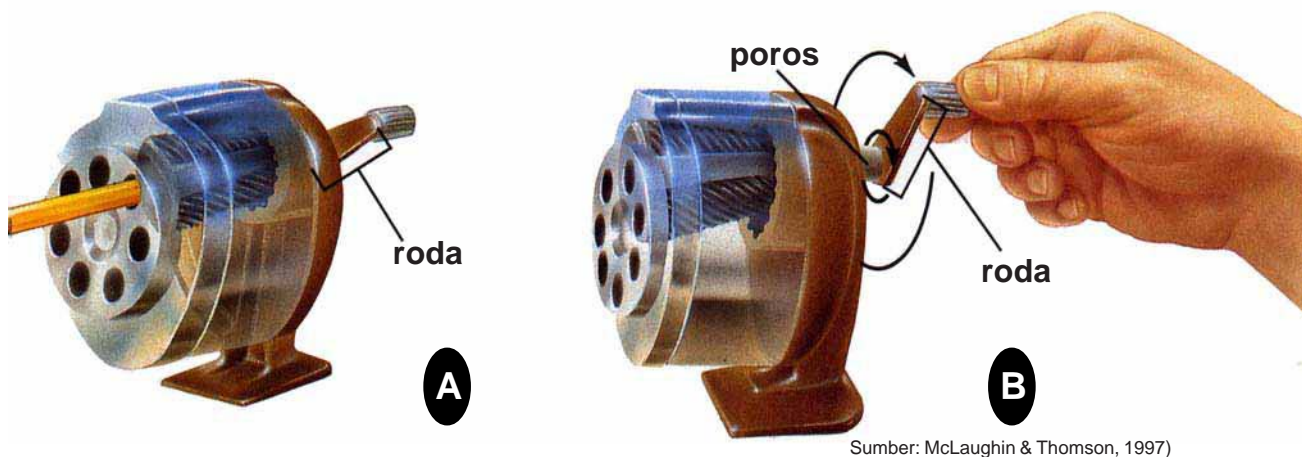
Katrol tetap dan bebas dapat digabungkan untuk membuat sistem katrol yang disebut katrol gabungan. Bergantung pada jumlah katrol yang digunakan, katrol gabungan dapat memiliki keuntungan mekanik yang besar. Keuntungan mekanik katrol gabungan sama dengan jumlah tali yang menyokong berat beban. Seperti ditunjukkan Gambar 9.17, ada 4 tali menyokong berat beban.

Katrol, Sebuah Pengungkit

Perhatikan Gambar 9.18. Bekerjanya katrol mirip dengan pengungkit jenis pertama, namun menggunakan tali sebagai batang. Sumbu katrol berfungsi seperti tumpuan. Dua sisi katrol berlaku sebagai lengan kuasa dan lengan beban.

Gambar 9.18
Bekerjanya katrol mirip dengan pengungkit jenis pertama.

Roda dan Poros

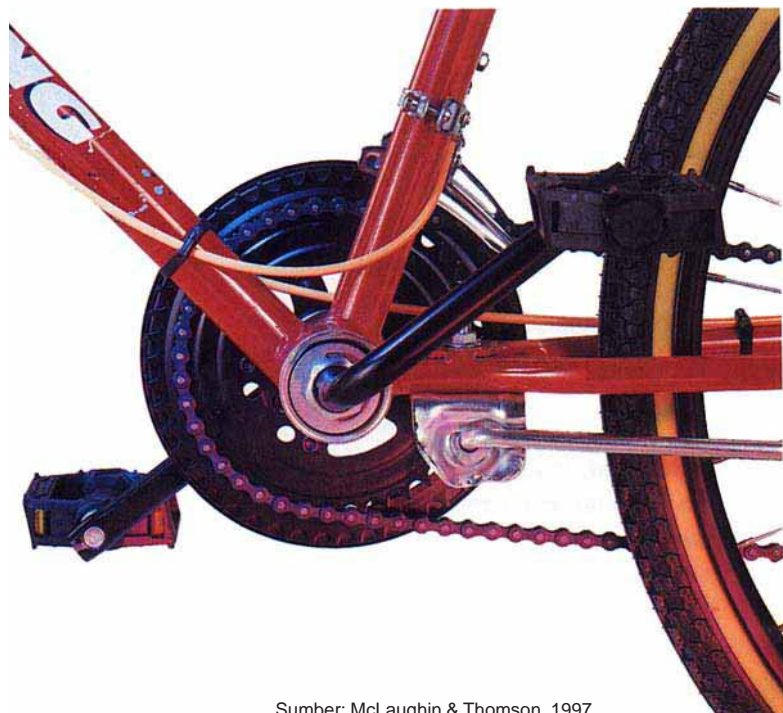
Perhatikan baik-baik peraut pensil pada Gambar 9.19. Dapatkah kamu mengenalinya sebagai pesawat sederhana? Apakah peraut itu mempermudah usaha kita? Peraut pensil itu terdiri dari dua lingkaran, roda (lingkaran besar) dan poros (lingkaran kecil). Engkol (Gambar A) sebenarnya berupa roda.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997)

Gambar 9.19
Peraut pensil adalah contoh roda dan poros. Engkolnya sebagai roda. *Dapatkah kamu melihat porosnya?*

Jika kamu meraut pensil, kamu mengerahkan gaya kuasa kepada roda (kamu memutar engkol). Gambar B memperlihatkan roda yang lebih kecil, atau poros. Di dalam peraut pensil, poros dihubungkan dengan pisau peraut. Jika kamu mengerjakan gaya kepada roda dengan memutar engkol, poros akan berputar, dan pisau peraut akan meraut pensil.

Roda dan Poros adalah pesawat sederhana yang mengandung dua roda dengan ukuran berbeda yang berputar bersamaan. Gaya kuasa biasanya dikerahkan kepada roda yang besar, atau roda. Roda yang lebih kecil, yang disebut poros, mengerjakan gaya beban. Dapatkah kamu menemukan roda dan poros pada Gambar 9.20?

Sumber: http://www.babaflash.com.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997.

Gambar 9.20
Dapatkah kamu menemukan roda dan poros pada obeng dan pedal sepeda ini?

Bidang Miring

Misalkan kamu harus memindahkan kotak yang berat dari halaman ke beranda. Apakah kamu memilih langsung mengangkatnya ataukah mendorongnya melalui jalur melandai seperti Gambar 9.21? Jalur itu membuat kerjamu lebih mudah. Jalur itu adalah sebuah sebuah bidang miring, sebuah permukaan melandai yang digunakan untuk menaikkan benda.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.21
Papan miring ini adalah contoh sebuah bidang miring.

Besar usaha yang dilakukan pada kotak sama dengan bila kamu mengangkat langsung kotak itu. Namun ingatlah bahwa usaha memiliki dua hal: gaya dan jarak. Jika kamu mengangkat langsung, jaraknya pendek, tetapi gayanya besar. Dengan menggunakan bidang miring, kamu harus melewati jarak lebih jauh, tetapi kamu mengerahkan sedikit gaya.

Sesuai dengan Lab Mini 9.3, Kamu dapat menghitung keuntungan mekanik bidang miring dengan cara

$$KM = \frac{\text{jarak kuasa}}{\text{jarak beban}}$$

$$= \frac{\text{panjang bidang miring}}{\text{ketinggian}} = \frac{l}{h}$$

Lab Mini 9.3

Keuntungan mekanik

1. Dapatkan sebuah bidang miring dan neraca pegas.
2. Kaitkan beban pada neraca pegas, lalu angkatlah beban tersebut secara langsung. Catat penunjukan skala pada neraca pegas.
3. Ulangi langkah 2, namum dengan cara menarik beban melalui bidang miring.
3. **Ukurlah** panjang bidang miring dan ketinggian bidang miring.

Analisis

Bagilah panjnag bidang miring dan ketinggian bidang miring. **Bandingkan** hasilnya dengan gaya beban dibagi gaya kuasa.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 9.22
Keuntungan mekanik bidang miring dapat dihitung dengan membagi jarak landaian dengan ketinggiannya.

Sumber: http://www.bartleby.com.

Sekrup

Sekrup dan baji, Gambar 9.23, adalah contoh bidang miring yang bergerak. Sekrup adalah bidang miring yang diputarkan pada tabung secara spiral. Jika kamu mengamati sebuah sekrup, kamu akan lihat uliran berupa bidang miring yang bergerak dari ujung sekrup hingga dekat puncaknya. Saat kamu memutar sekrup, uliran seolah-olah menarik sekrup ke dalam kayu. Sebenarnya, bidang miring pada sekrup itu bergeser melalui kayu.

Sumber: http://www.taunton.com.

Gambar 9.23
Sekrup berulir dan pisau merupakan bidang miring yang khusus.

Baji

Baji adalah bidang miring dengan satu atau dua sisi miring. Kapak, pisau, dan pahat adalah contoh-contohnya. Baji merupakan bidang miring yang bergerak. Benda-benda diam di suatu tempat saat baji melaluinya.

Mungkin kamu telah memahami bahwa enam jenis pesawat sederhana yang telah kita bahas merupakan variasi dari dua pesawat sederhana saja, yakni pengungkit dan bidang miring. Saat kamu melakukan kegiatan sehari-hari, carilah contoh-contoh tiap pesawat sederhana. Dapatkah kamu menceritakan bagaimana pesawat itu mempermudah usaha?

Intisari Subbab

1. Berilah satu contoh untuk tiap-tiap jenis pesawat sederhana. Carilah contoh-contoh yang berbeda dengan yang di buku ini.
2. Jelaskan mengapa berbagai pesawat sederhana sesungguhnya hanya variasi dari dua pesawat sederhana.
3. Berpikir Kritis: Kapankah gesekan pada bidang miring menjadi sangat berguna?

Bina Keterampilan

Membuat dan Menggunakan Tabel

Aturlah informasi tentang jenis-jenis pesawat sederhana ke dalam sebuah tabel. Tabel itu mencakup: jenis pesawat sederhana, contohnya, serta penjelasan singkat bagaimana bekerjanya pesawat itu. Kamu dapat memasukkan informasi lain jika kamu anggap perlu.

Rangkuman

A. Energi

1. Energi merupakan sebuah kemampuan untuk menimbulkan perubahan. Energi dapat berbentuk gerak (energi kinetik) atau dapat disimpan (energi potensial).
2. Energi berada dalam berbagai bentuk, dan dapat berubah dari satu bentuk ke bentuk lain tanpa kehilangan energi total.
3. Kerja adalah pemindahan energi melalui gerak. Kerja terjadi jika gaya menghasilkan gerakan sesuai arah gaya tersebut.

B. Pesawat sederhana

1. Pesawat dapat memudahkan kerja dengan mengubah besar gaya yang dikenakan padanya, arah gaya itu, atau kedua-duanya.
2. Berapa kali pesawat melipatkan gaya yang dikerjakan padanya merupakan keuntungan mekanik pesawat itu. Jenis pesawat sederhan antara lain pengungkit, katrol, roda dan poros, bidang miring, baji, dan sekrup.
3. Masing-masing pesawat sederhana memiliki persamaan khusus untuk menghitung keuntungan mekanik-nya. Tiap persamaan berkaitan dengan jarak lengan kuasa dibagi dengan jarak lengan beban.

Evaluasi

ENERGI

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

a. energi
b. energi potensial
c. energi kinetik
d. hukum kekekalan energi
e. energi mekanik
f. usaha
g. energi air terjun
h. gas alam

1. kemampuan untuk menimbulkan perubahan
2. energi gerak
3. Pada kondisi normal, energi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan
4. perpindahan energi melalui gerakan
5. energi yang tersimpan
6. energi kinetik dan potensial total suatu bahan
7. termasuk sumber energi yang tidak dapat diperbarui

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau frase yang dapat melengkapi kalimat atau menjawab pertanyaan berikut.

1. Satuan energi dalam sistem SI adalah
   a. kilogram
   b. newton
   c. joule
   d. kelvin
2. Jika kecepatan suatu benda meningkat, ... benda juga meningkat.
   a. energi kinetik
   c. suhu
   b. massa
   d. energi potensial
3. Manakah yang tidak menyatakan kerja yang dilakukan terhadap batu?
   a. mengangkat batu
   b. menggenggam batu
   c. melemparkan batu
   d. menjatuhkan batu
4. Banyaknya energi kinetik dan potensial dalam sistem tertutup disebut ....
   a. kalor jenis
   b. energi tersimpan
   c. energi mekanik
   d. massa
5. Energi kinetik berbanding lurus dengan ....
   a. volume
   b. massa
   c. gaya
   d. posisi
6. Energi apakah yang bergantung pada letak suatu benda?
   a. Energi kinetik
   b. Energi potensial
   c. Energi panas
   d. Suhu
7. Bensin, solar, dan gas alam me-nyimpan energi ....
   a. panas
   b. kimia
   c. mekanik
   d. potensial gravitasi
8. Pita karet yang teregang memiliki energi ....
   a. potensial
   b. kinetik
   c. panas
   d. kimia
9. Energi gerak adalah energi ....
   a. potensial
   b. kinetik
   c. panas
   d. kimia
10. Besar energi potensial gravitasi bergantung pada ....
   a. kelajuan dan berat benda
   b. waktu dan berat
   c. percepatan dan waktu
   d. berat dan ketinggian

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan berikut dalam buku IPA-mu dengan kalimat yang lengkap.

11. Jelaskan dua ciri energi potensial. Bagaimanakah energi ini berbeda dengan energi kinetik?

12 Jelaskan perubahan energi pada bandul ayunan. Jelaskan bagaimana energi ini kekal, walaupun ayunan bergerak makin pelan.

Berpikir Kritis

13. Sitorus melompat setinggi 0,8 m. Berapakah kerja yang dilakukan Sitorus, bila beratnya 600 N?
14. Seorang pemain kasti berlari sambil membawa bola, dan kemudian melemparkannya ke temannya. Jelaskan kerja yang dilakukannya terhadap bola itu.
15. Seekor beruang di kebun binatang tidur di kandangnya. Seorang pengunjung berkomentar, ”Lihat beruang tolol itu. Ia tak punya energi sedikitpun”. Setujukah kamu? Jelaskan jawabanmu.

Pengembangan Keterampilan

Membuat Grafik: Pilihlah kegiatan permainan atau kendaraan di pasar malam yang dapat kamu nikmati. Buatlah grafik perubahan energi kinetik dan energi potensial selama kegiatanmu. Tempatkan *waktu* pada sumbu mendatar.

PESAWAT SEDERHANA

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

a. lengan kuasa
b. gaya kuasa
c. tumpuan
d. bidang miring
e. pengungkit
f. pesawat
g. keuntungan mekanik
h. lengan beban
i. gaya beban
j. sekrup
k. pesawat sederhana
l. baji
m. roda dan poros

1. peralatan yang meneruskan kerja dengan satu kali gerakan
2. gaya yang dikerahkan oleh pesawat
3. sebuah batang yang berputar terhadap titik tetap
4. gaya beban dibagi dengan gaya kuasa
5. titik tetap sebuah pengungkit
6. bidang miring yang mengelilingi silinder
7. Dua roda berbeda ukuran yang berputar bersama
8. bidang miring yang bergerak melalui sebuah benda

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau frase yang melengkapi kalimat atau menjawab pertanyaan.

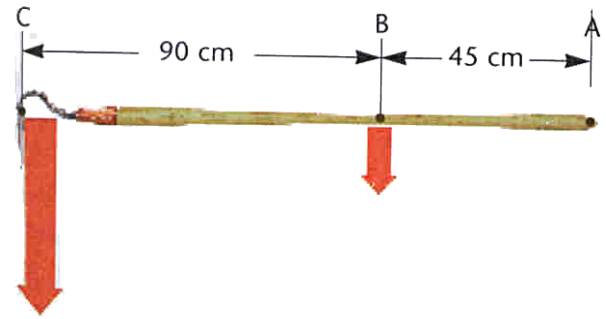
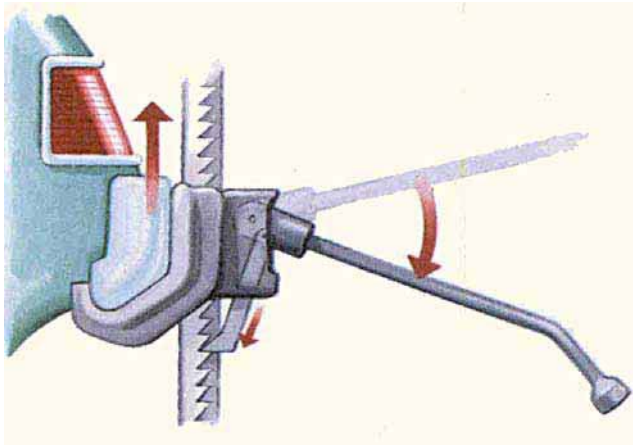
1. Manakah yang tidak dilakukan pesawat?
   a. melipatkan gaya
   b. melipatkan energi
   c. mengubah arah gaya
   d. melakukan kerja
2. Pada pesawat ideal, kerja masukan ... kerja keluaran.
   a. sama dengan
   b. lebih besar
   c. lebih kecil
   d. tidak bergantung
3. Berapa kali pesawat melipatkan gaya merupakan ... pesawat itu.
   a. efisiensi
   b. daya
   c. keuntungan mekanik
   d. beban
4. Untuk menaikkan beban 4 m, tali kuasa pada katrol tetap tunggal harus bergerak ....
   a. 1 m
   b. 2 m
   c. 4 m
   d. 8 m
5. Keuntungan mekanik katrol kombinasi yang memiliki lima tali yang menahan beban adalah ....
   a. 2,5
   b. 5
   c. 10
   d. 25
6. Pada roda dan poros, gaya beban biasanya dikerjakan oleh ....
   a. poros
   b. roda yang lebih besar
   c. pedal
   d. engkol

7. Keuntungan mekanik bidang miring yang panjangnya 8 m dan tingginya 2 m adalah ....
   a. 2
   b. 4
   c. 8
   d. 16
8. Keuntungan mekanik bidang miring dapat ditingkatkan dengan ....
   a. menambah panjangnya
   b. menambah tingginya
   c. mengurangi panjangnya
   d. mengganti bebannya
9. Dua gaya yang terlibat dalam penggunaan pesawat adalah ....
   a. kuasa dan tumpuan
   b. gesekan dan tumpuan
   c. kuasa dan beban
   d. kuasa dan tumpuan
10. Pengungkit yang titik beban terletak di antara titik tumpu dan titik kuasa misalnya terdapat pada pada ....
   a. jungkitan
   b. sekop
   c. pintu berengsel
   d. pengumpil

Pemahaman Konsep

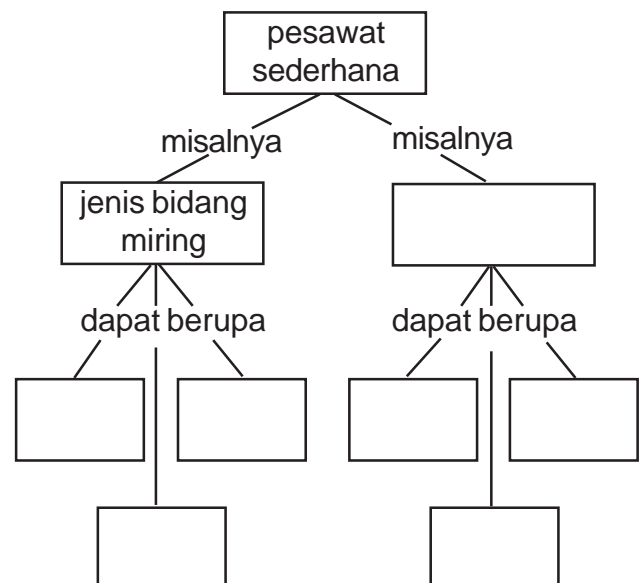
11. Jelaskan dan beri contohnya tiga cara yang dilakukan pesawat sederhana sehingga mempermudah kerja.
12. Bedakan katrol tetap tunggal dan katrol bebas tunggal, dan jelaskan keuntungan penggunaan masing-masing katrol.
13. Jelaskan mengapa mempertajam pisau mengubah keuntungan mekaniknya.
14. Kamu ditugasi untuk memindahkan kotak yang cukup berat ke rak 1 m di atas lantai. Ada tiga papan yang dapat kamu gunakan. Papan pertama panjangnya 2 m, papan kedua 2,5 m , dan papan ketiga 3 m. Papan manakah yang membuat kerjamu paling mudah? Mengapa?
15. Apa perbedaan antara sekrup yang ulirnya rapat dan sekrup yang ulirannya agak jarang?
16. Seorang pembalap mengerahkan gaya 250 N ke pedal sepedanya. Jika roda sepeda itu memberikan gaya 200 N pada permukaan jalan, berapakah keuntungan mekanik sepeda itu?

Berpikir Kritis

17. Seorang anak dan bapaknya menaiki jungkitan. Ketika tumpuan berada di tengah-tengahnya, anak itu tidak dapat mengangkat bapaknya. Ke manakah tumpuan digerakkan agar keduanya dapat berjungkat-jungkit? Jelaskan.
18. Kamu memiliki dua buah obeng. Obeng pertama panjang dengan pegangan kecil, sedangkan yang kedua pendek dengan pegangan besar. Obeng manakah yang kamu pilih untuk memasukkan sekrup ke dalam papan? jelaskan alasanmu.
19. Dengan menggunakan papan yang panjangnya 4 m, pekerja mengerahkan gaya 1250 N untuk memindahkan kotak ke langit-langit yang tingginya 2 m. Berapakah berat kotak itu?
20. Kamu sedang menolong seseorang yang mengganti ban mobilnya. Dengan menggunakan dongkrak seperti gambar di bawah ini, kamu dapat mengangkat bagian belakang mobil hanya dengan satu tangan. Apakah dongkrak itu melipatkan gaya ataukah jarak? Bagaimanakah panjang lengan dongkrak mempengaruhi penggunaannya?

Pengembangan Keterampilan

21. Mengurutkan: Buatlah daftar untuk menunjukkan bagaimana beberapa peawat sederhana pada sepeda bekerja sehingga sepeda bergerak. Mulailah dengan kaki mengerahkan gaya pada pedal sepeda.
22. Membuat dan Menggunakan Grafik: Pengungkit ideal memiliki panjang lengan kuasa 40 cm. Hitunglah gaya kuasa yang diperlukan untuk mengangkat benda 10 N dengan panjang lengan beban: 80 cm, 40 cm, 20 cm, dan 10 cm. Buatlah diagram garis yang mengkaitkan *panjang lengan beban* terhadap *gaya kuasa*. Jelaskan hubungan antara dua besaran ini.
23. Menginterpretasikan Ilustrasi Ilmiah: Pelajarilah diagram gambar galah pada gambar di bawah ini dan jawablah pertanyaan berikut.
    a. Jenis pesawat apakah yang ditunjukkan oleh diagram itu?
    b. Menyatakan apakah panah yang panjang itu?
    c. Menyatakan apakah titik A?
    d. Menunjukkan apakah jarak AC? jarak AB?
    e. Berapakah *KM* pesawat itu?
    f. Bagaimanakah pesawat ini memudahkan kerja?

Penilaian Kinerja

24. Pengukuran dalam SI: Satuan daya dalam SI adalah watt, merupakan satuan turunan. Dengan menggunakan definisi *daya*, runutlah rumus untuk menghitung daya dan carilah satuan dasar daya dalam sistem SI (dalam m, kg, dan s).
25. Penemuan: Buatlah gambar rancangan pesawat sederhana untuk membantu orang cacat. Paparkan pesawat sederhana yang kamu manfaatkan, dan ceritakan apa yang dikerjakan pesawat tersebut.
26. Peta Konsep: lengkapilah peta konsep pesawat sederhana berikut ini dengan menggunakan istilah-istilah: *bidang miring, pengungkit, jenis-jenis pengungkit, katrol, sekrup, baji*, dan *roda berporos*.

BAB 10 Gelombang dan Bunyi

A. Getaran

B. Gelombang

C. Apakah Bunyi Itu?

D. Ciri-ciri Fisik Bunyi

E. Pemanfaatan Bunyi

Perception Sound Wave in Submarines

Sumber: http://www.sics.se.

Peta Konsep

Peta Konsep Gelombang

gelombang

berupa

getaran

memiliki

amplitudo

periode

frekuensi

yang

merambat

memindahkan

energi

berasal dari

usikan

memiliki

cepat rambat

panjang gelombang

berbeda jenis berdasarkan

arah getar dan arah rambat

ada yang

transversal

longitudinal

medium

ada yang

mekanik

elektromagnetik

misalnya

bunyi

misalnya

cahaya

Peta Konsep Bunyi

bunyi
dari
sumber bunyi
melalui
medium
diterima
telinga
memiliki
cepat rambat
bergantung
memiliki ciri
kuat bunyi
dipengaruhi
amplitudo
nada bunyi
dipengaruhi
frekuensi
ada yang
infrasonik
ultrasonik
dapat mengalami
pemantulan
dapat menghasilkan
gaung
gema

BAB 10

Gelombang dan Bunyi

Riak-riak air dan bunyi tampaknya dua gejala yang tidak ada keterkaitannya. Dalam bab ini kamu akan mempelajari bahwa keduanya memiliki keterkaitan ciri-ciri fisiknya. Setelah mempelajari bab ini, kamu diharapkan mampu mendeskripsikan getaran, yang menjadi dasar bagi timbulnya gejala gelombang. Selanjutnya kamu akan mempelajari ciri fisis gelombang serta berbagai aspek tentang bunyi. Sebagai langkah awal, marilah kita selidiki apa yang menyebabkan adanya bunyi dengan melakukan **Kegiatan Penyelidikan** berikut ini.

Kegiatan Penyelidikan

Membuat Bunyi dengan Penggaris

1. Pegang salah satu ujung penggaris logam tipis, penggaris plastik atau penggaris kayu dengan kuat di tepi meja. Biarkan ujung lain menjulur sedikit melebihi tepi meja.
2. Pelan-pelan tarik ke bawah dan lepaskan ujung penggaris yang bebas. Apakah yang kamu lihat dan dengar?
3. Perpanjanglah ujung penggaris yang menjulur itu, dan ulangi percobaan beberapa kali. Apakah kamu mendengar bunyi yang berbeda?

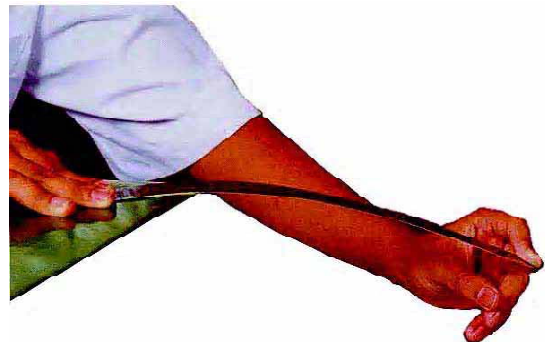
Pengamatan: Bagaimana panjang penggaris yang menjulur itu mempengaruhi bunyi yang kamu dengar? Cobalah menggerakkan penggaris itu sehingga memperoleh bunyi yang berbeda-beda.

Jurnal IPA

Dalam buku Jurnal IPA-mu, tulislah paragraf tentang bagaimana menggerakkan penggaris untuk mendapatkan bunyi yang berbeda-beda.

Sumber: Dok. Penulis.

Getaran

Kata-kata IPA
getaran
simpangan
amplitudo
periode
frekuensi
resonansi

Seperti yang telah kamu amati dalam **Kegiatan Penyelidikan,** ujung penggaris yang kamu tarik ke bawah dan kamu lepaskan tersebut bergetar. Getaran adalah gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan. Perhatikan kursi ayunan yang diduduki seorang anak pada **Gambar 10.1**. Pada saat kursi ayunan tersebut belum disimpangkan, posisi kursi ada di titik O. Titik O ini disebut titik kesetimbangan. Apabila kursi itu kamu tarik hingga posisi A, lalu kamu lepas, maka kursi tersebut akan bergerak bolak-balik melalui titik-titik A,O,B,O,A,O, dan seterusnya. Kursi ayunan tersebut dikatakan bergetar, dan gerak ayunan ini adalah contoh getaran. Contoh getaran yang lain adalah getaran batang penggaris dan getaran bandul pada ujung pegas. Tunjukkan contoh-contoh lain getaran!

B
O
A
titik kesetimbangan

Gambar 10.1
Anak dan kursi ayunan akan bergerak bolak-balik, atau bergetar, melalui titik O.

Sumber: Dok. Penulis.

Kursi ayunan yang bergetar memiliki kemampuan untuk bergerak, yakni bergerak bolak-balik. Setiap benda yang memiliki kemampuan untuk bergerak pastilah memiliki energi. Jadi pada hakekatnya getaran adalah suatu perwujudan energi. Energi getaran kursi ayunan itu berasal dari energi yang kamu kerahkan untuk menyimpangkan kursi itu dari titik kesetimbangannya.

Gambar 10.2
Bagan getaran ayunan. *Menunjukkan apakah jarak OB? jarak OC?*

Amplitudo Suatu Getaran

Gambar 10.1 dapat disederhanakan menjadi **Gambar 10.2**. Titik O adalah titik kesetimbangan. Jarak antara benda yang bergetar dengan titik kesetimbangan disebut simpangan. Misalkan suatu ketika beban yang bergetar berada di posisi C, dan jarak CO adalah 3 cm. Maka simpangan getaran pada saat itu adalah 3 cm.

Simpangan terbesar getaran pada **Gambar 10.2** adalah jarak OA atau OB. Simpangan terbesar ini disebut amplitudo suatu getaran. Misalnya, jarak OB pada **Gambar 10.2** adalah 5 cm. Maka amplitudo getaran itu 5 cm.

Bagaimana cara yang kamu lakukan untuk memperbesar amplitudo getaran itu? Tentu saja kamu harus mengerahkan energi untuk memperbesar simpangan maksimum beban itu. Jadi amplitudo suatu getaran berkaitan erat dengan energi getaran tersebut. Jika amplitudo suatu getaran besar, maka energi getarannya juga besar. Sebaliknya jika amplitudo suatu getaran kecil, maka energi getarannya juga kecil.

Periode Suatu Getaran

Perhatikan lagi bagan getaran ayunan pada **Gambar 10.2**. Gerakan beban tersebut akan melewati titik-titik A,O,B,O,A,O, dan seterusnya. Yang dimaksud dengan satu getaran adalah satu lintasan tertutup, yakni lintasan gerakan yang kembali ke tempat semula. Satu getaran pada **Gambar 10.2** adalah lintasan beban melalui titik-titik A, O, B, O, A, atau O, B, O, A, O, atau B, O, A, O, B.

Waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran disebut periode, dilambangkan dengan T. Periode diukur dalam satuan sekon. Misalkan untuk melakukan 1 getaran diperlukan waktu 0,5 sekon, maka T = 0,5 sekon.

Frekuensi Suatu Getaran

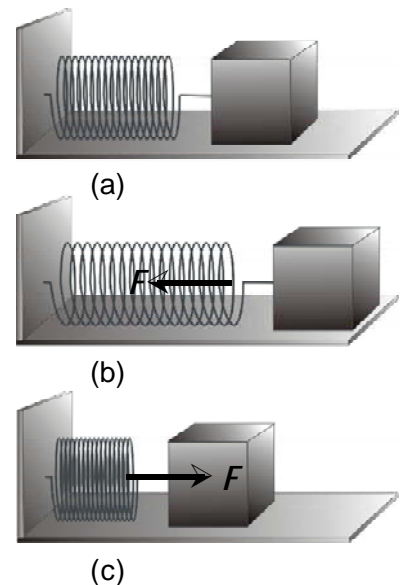
Apabila kamu menggetarkan ujung penggaris yang menjulur melebihi tepi meja beberapa kali dengan panjang yang berbeda-beda, kamu akan melihat bahwa banyaknya getaran tiap sekonnya berbeda pula. Banyaknya getaran yang terjadi setiap sekon disebut frekuensi getaran. Besar frekuensi getaran ujung penggaris tersebut berbeda dengan frekuensi getaran sayap lebah pada **Gambar 10.3.**

Gambar 10.3
Pada saat terbang, sayap-sayap lebah bergetar dengan frekuensi yang cukup tinggi, hingga kamu dapat mendengar bunyinya.

Satuan frekuensi (f) adalah 1/sekon, disebut juga hertz atau Hz, untuk menghormati ilmuwan Jerman Heinrich Hertz. Frekuensi 1000 hertz disebut juga 1 kilohertz atau 1 kHz.

Hubungan frekuensi dengan periode suatu getaran adalah:

$$f = \frac{1}{T}$$

Cermati contoh di bawah ini agar kamu dapat memahami hubungan frekuensi dan periode. Selanjutnya kamu kerjakan soal latihan.

Gambar 10.4 Sumber: Dok. Penulis.
Gaya yang bekerja pada balok yang bergetar.
(a) Balok pada posisi setimbang.
(b) Ketika pegas teregang, pegas menarik balok.
(c) Ketika pegas mampat, pegas mendorong balok.

Penggunaan Matematika

Hubungan Frekuensi dan Periode

Soal Contoh:

Sebuah beban pada pegas bergetar dengan periode 0,05 sekon. Berapakah frekuensi getaran tersebut?

Langkah-langkah Pemecahan Masalah

1. Apa yang diketahui? periode (T) = 0,05 s.
2. Apa yang tidak diketahui? frekuensi (f)
3. Pilih rumusnya: $f = \frac{1}{T}$
4. Penyelesaian: $f = \frac{1}{T}$ = 1/0,05 Hz = 20 Hz.

Soal Latihan:
Hitunglah frekuensi sebuah getaran penggaris jika periodenya 0,02 sekon.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.5
Agar amplitudo ayunan anak bertambah besar, orang itu harus menyesuaikan dorong-annya dengan frekuensi ayunan itu.

Gaya Pada Getaran

Telah kita ketahui bahwa benda yang bergetar akan bergerak bolak-balik. Kita telah mengetahui pula bahwa gaya dapat menyebabkan arah gerak berubah. Gaya seperti apakah yang menyebabkan benda bergetar?

Agar sebuah benda bergetar, pada benda tersebut harus bekerja gaya pemulih. Gaya pemulih adalah gaya yang selalu mendorong atau menarik benda ke titik kesetimbangannya. Perhatikan getaran balok pada ujung pegas pada **Gambar 10.4**. Jika balok berada di kiri titik kesetimbangan, pegas memampat dan mendorong balok ke kanan. Sebaliknya jika balok di kanan titik kesetimbangan, pegas meregang dan menarik balok ke kiri. Gaya pemulih pada pegas yang bergetar ini berupa gaya pegas.

Resonansi

Perhatikan orang yang mendorong anak yang sedang berayun pada **Gambar 10.5**. Bagaimanakah dorongan orang itu, agar amplitudo ayunan bertambah besar? Orang itu harus mendorong ke arah gerak ayunan dan menyesuaikan dorongannya dengan frekuensi ayunan. Peristiwa semacam ini disebut resonansi. Resonansi adalah turut bergetarnya sebuah benda akibat getaran benda lain. Akibat resonansi berupa membesarnya amplitudo getaran benda itu.

Peristiwa resonansi berperan penting dalam kehidupan kita. Kamu dapat mendengar bunyi, karena telingamu beresonansi dengan bunyi itu. Pernahkah kamu memutar *tuner* radiomu untuk mencari pemancar radio kesukaanmu? Pada saat itu berarti kamu berupaya agar radiomu beresonansi dengan frekuensi pemancar itu.

Peristiwa resonansi tidak selalu menguntungkan. Pada tahun 1831 sebuah jembatan gantung di Inggris runtuh karena beresonansi dengan derap sepatu pasukan yang berbaris di atasnya! Perhatikan **Gambar 10.1**0. Jembatan Tahoma di Amerika Serikat runtuh pada tahun 1940 karena jembatan itu beresonansi dengan hembusan angin kencang.

Gambar 10.6
Pada tahun 1940 Jembatan Tahoma di Amerika Serikat runtuh karena jembatan itu beresonansi dengan hembus-an angin kencang

Sumber: http://www.a.abcnews.com/Technology.

Merancang Percobaanmu Sendiri

Periode dan Frekuensi Getaran Sebuah Ayunan

Seperti yang telah kamu pelajari, setiap getaran memiliki amplitudo dan periode tertentu. Amplitudo suatu getaran menentukan besarnya energi getaran tersebut. Sedangkan periode menunjukkan waktu yang diperlukan untuk melakukan satu getaran.

PERSIAPAN

Masalah

*Dapatkah kamu menemukan **periode** dan **frekuensi** sebuah getaran? Apakah **periode** sebuah ayunan dipengaruhi oleh besar **amplitudonya**?*

Hipotesis

Rumuskan sebuah hipotesis untuk memperkirakan bagaimana besar periode ayunan bila amplitudonya semakin kecil

Alat dan Bahan yang mungkin

- Bandul ayunan
- Penggaris
- Benang
- *Stopwatch* atau arloji
- Statif dan klem

Petunjuk Keselamatan

Hati-hatilah bila menggunakan benda tajam untuk memotong benang. Ikat bandul erat-erat dengan benang.

Sumber: Dok. Penulis.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Dalam satu kelompok, sepakatlah dan tuliskan rumusan hipotesis kelompokmu.
2. Susunlah langkah-langkah yang akan kamu gunakan untuk menguji hipotesismu.
3. Dapatkan alat/bahan yang kamu butuhkan. Rancanglah tabel datanya.

Mengecek Rencana

1. Pastikan dalam rencanamu menyertakan cara mengukur amplitudo getaran. Putuskan siapa yang bertugas mengukur amplitudo.
2. Pengukuran periode sebaiknya dilakukan dengan mengukur waktu untuk melakukan 10 getaran dalam satuan sekon. Apabila waktu ini kamu bagi 10, kamu akan dapatkan periodenya.
3. Pengukuran waktu sebaiknya dimulai ketika bandul sudah mengayun stabil. Putuskan siapa yang bertugas mengukur waktunya.
4. Berapa kalikah sebaiknya pengukuran periode dengan amplitudo yang berbeda dilakukan?
5. Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rencanamu dan kamu telah memasukkan saran beliau d*alam rencanamu*

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
2. Selama percobaan, tulislah hasil pengamatanmu.

Analisis dan Penerapan

1. Berdasarkan data percobaanmu, **simpulkan** apakah periode getaran sebuah ayunan itu dipengaruhi amplitudonya?
2. **Prediksikan** apa yang terjadi dengan periode getaran sebuah ayunan bila amplitudo ayunan itu berubah.
3. Amplitudo sebuah getaran bandul ayunan makin lama makin kecil. Apakah frekuensinya juga semakin kecil? Jelaskan mengapa begitu, atau tidak begitu.

Selanjutnya

Apa yang terjadi jika panjang tali diubah? Cobalah rancang dan lakukan percobaan untuk mengetahui pengaruh panjang tali terhadap periode getaran sebuah ayunan

Jam Antik

Seperti yang telah kamu pelajari dalam kegiatan di atas, periode sebuah ayunan tidak bergantung pada besarnya amplitudo ayunan tersebut. Dengan kata lain walaupun amplitudo ayunan tersebut mengecil, tetapi periode ayunan tetap.

Mungkin di rumahmu masih terdapat jam bandul antik yang ada ayunannya, seperti diperlihatkan pada **Gambar 10.7**. Jam ini memanfaatkan prinsip periode ayunan tidak bergantung amplitudo seperti di atas. Akibat gesekan dengan udara dan putaran jarum jam, amplitudo ayunan jam tersebut makin lama semakin kecil. Walaupun amplitudonya mengecil, tetapi periode ayunan jam tersebut tetap, sehingga penunjukan waktunya relatif tetap. Apabila amplitudonya sudah terlalu kecil, maka pemiliknya memperbesar amplitudonya.

Sumber: http://www.22447574. trustpass.alibaba.com.

Gambar 10.7
Jam bandul ini memanfaatkan kenyataan bahwa besar periode ayunan tetap walaupun amplitudonya mengecil.

Intisari Subbab

1. Apabila dawai gitar dipetik, bagaimanakah gerakan dawai tersebut? Disebut apakah gerakan semacam itu? Dapatkah kamu memberikan contoh gerakan seperti dawai yang dipetik tersebut?
2. Sebuah beban diikat pada ujung sebuah pegas, sedangkan ujung yang lain dikaitkan pada paku, sehingga pegas menggantung. Beban ditarik 10 cm ke bawah, lalu dilepas sehingga bergetar. Setelah 2 sekon kemudian jarak beban dengan titik kesetimbangan adalah 4 cm. Berapakah amplitudo getarannya? Berapakah simpangan getarannya pada saat itu?
3. Apakah yang dimaksud periode dan frekuensi sebuah getaran? Bagaimana hubungan antara periode dan frekuensi suatu getaran? Jika sebuah getaran memiliki periode 0,1 sekon, berapakah frekuensi getaran tersebut?
4. Apabila amplitudo getaran sebuah bandul ayunan semakin mengecil, apakah frekuensi ayunannya berubah?
5. **Berpikir kritis**: Jika besar amplitudo ayunan tidak berpengaruh terhadap frekuensinya, mengapa pemilik jam bandul masih perlu memperbesar amplitudonya secara berkala?

B Gelombang

Kata-kata IPA
gelombang
medium
gelombang transversal
gelombang longitudinal
puncak
lembah
rapatan
renggangan
amplitudo
periode
frekuensi
cepat rambat gelombang

Apa yang terlintas di dalam benakmu ketika mendengar kata gelombang? Mungkin kamu membayangkan gelombang air laut yang silih berganti menghempas pantai seperti ditunjukkan **Gambar 10.8**. Benar. Tetapi itu bukanlah satu-satunya contoh gelombang. Mungkin kamu akan heran saat mengetahui bahwa bunyi dan cahaya adalah gelombang pula. Apakah gelombang itu? Apa yang dibawanya? Bagaimana kita memanfaatkan gelombang? Kita akan mendiskusikan hal-hal itu di dalam subbab ini.

Apakah Gelombang itu?

Kamu dapat membuat gelombang pada seutas tali tambang, seperti **Gambar 10.9**. Kamu menggerakkan ujung tambang yang kamu pegang ke kiri dan ke kanan, sedangkan temanmu menahan ujung tambang yang lain. Kamu dapat mengamati gelombang yang timbul pada tambang dan bergerak menuju temanmu.

Tambang itu merupakan tempat merambatnya gelombang tersebut, disebut medium. Apakah partikel medium ini turut merambat bersama gelombang? Tambang hanya bergerak bolak-balik pada saat gelombang melintas. Jadi partikel-partikel medium tidak ikut bergerak maju bersama gelombang, tetapi hanya bergetar pada saat gelombang melintas.

Gambar 10.8
Gelombang air laut. *Apa yang dibawa oleh gelombang itu?*

Sumber: http://www.smh.com.au.

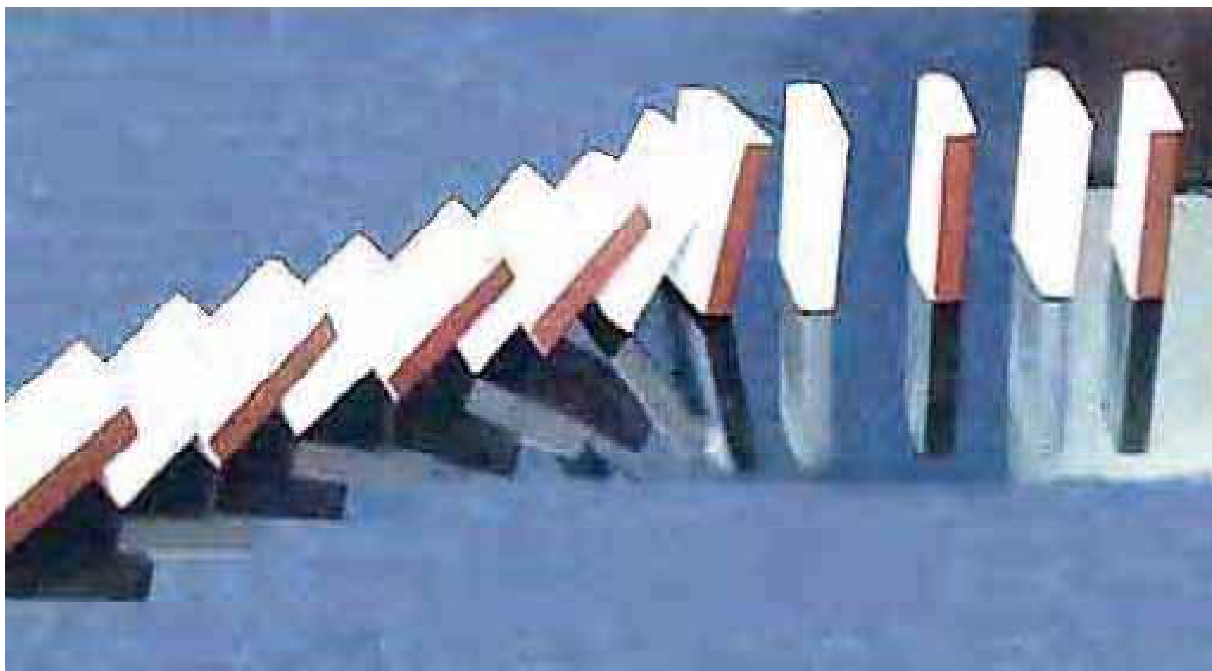
Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.9
Membuat gelombang pada tambang.

Gelombang pada tambang itu berasal dari gerak bolak-balik atau getaran tanganmu. Apakah hanya getaran saja yang dapat menghasilkan gelombang? Perhatikan **Gambar 10.10**. Misalkan kamu menjatuhkan kerikil pada kolam air yang tenang. Kerikil itu akan menimbulkan usikan pada air, dan usikan tersebut merambat pada permukaan air dalam bentuk gelombang. Jadi, secara umum gelombang berasal dari sebuah *usikan*.

Jika saat bergerak tidak membawa partikel-partikel medium, apa yang dibawa gelombang? Gelombang membawa *energi* dari satu tempat ke tempat lain. Ingatlah bahwa gelombang berasal dari gerak usikan, dan benda yang bergerak memiliki energi. Untuk memahami bagaimana gelombang membawa energi, lihatlah **Gambar 10.11**. Apabila kita memberikan energi dengan mendorong roboh kotak korek api yang berada di ujung,

Gambar 10.10
Kerikil yang dijatuhkan pada air kolam yang tenang me-nimbulkan usikan yang bergerak di permukaan air dalam bentuk gelombang

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.11
Segera setelah kotak korek api yang paling ujung dirubuhkan, kotak itu akan menimpa kotak di depannya, dan seterusnya. Seperti halnya kejadian ini, gelombang dapat bergerak memindahkan energi pada jarak yang jauh.

energi tersebut akan berpindah melalui kotak korek api yang tertimpa dan menimpa kotak yang lain.

Jadi gelombang adalah usikan yang merambat dengan energi tertentu dari satu tempat ke tempat lain. Gelombang air meneruskan energi melalui air. Gempa bumi meneruskan energi yang besar dalam bentuk gelombang yang merambat melalui lapisan bumi. Gelombang bunyi meneruskan energi bunyi dari sumber bunyi ke telingamu, gelombang ini akan kamu pelajari lebih mendalam pada Bab selanjutnya. Contoh-contoh gelombang yang kita telah bahas ini memerlukan medium untuk memindahkan energi. Gelombang-gelombang yang memerlukan medium disebut gelombang mekanik.

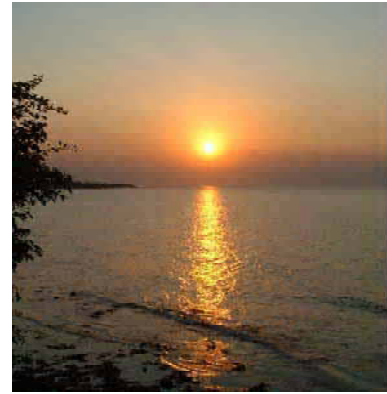
Mabuk laut, pertanda gelombang memindahkan energi

Sumber: http://www.strangedangers.com.

Mungkin kamu pernah mendengar atau mengalami sendiri "mabuk laut". Orang yang mabuk laut (ataupun mabuk karena naik kendaraan) mengalami ketidakcocokan tanggapan inderanya dengan kenyataan yang dialami tubuhnya. Ketika orang naik kapal laut, orang itu "diam" di dalam kapal. Perasaannya mengatakan bahwa dia "diam". Akan tetapi, kapal *tersebut bergerak naik turun* akibat adanya gelombang yang melintas (atau kapal melintasi gelombang). Kenyataannya, orang itu "bergerak". Akibat ketidaksinkronan ini, orang tersebut merasa pusing serta mual, dan akhirnya muntah.

Gelombang Melalui Benda dan Ruang

Seperti yang telah kita diskusikan di atas, gelombang mekanik memerlukan benda-benda sebagai medium untuk bergerak. Semua wujud benda (padat, cair, dan gas) dapat bertindak sebagai medium.

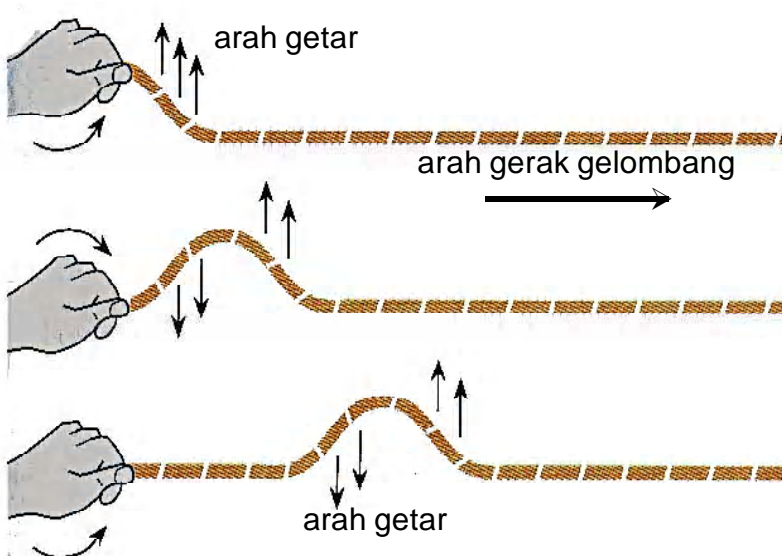
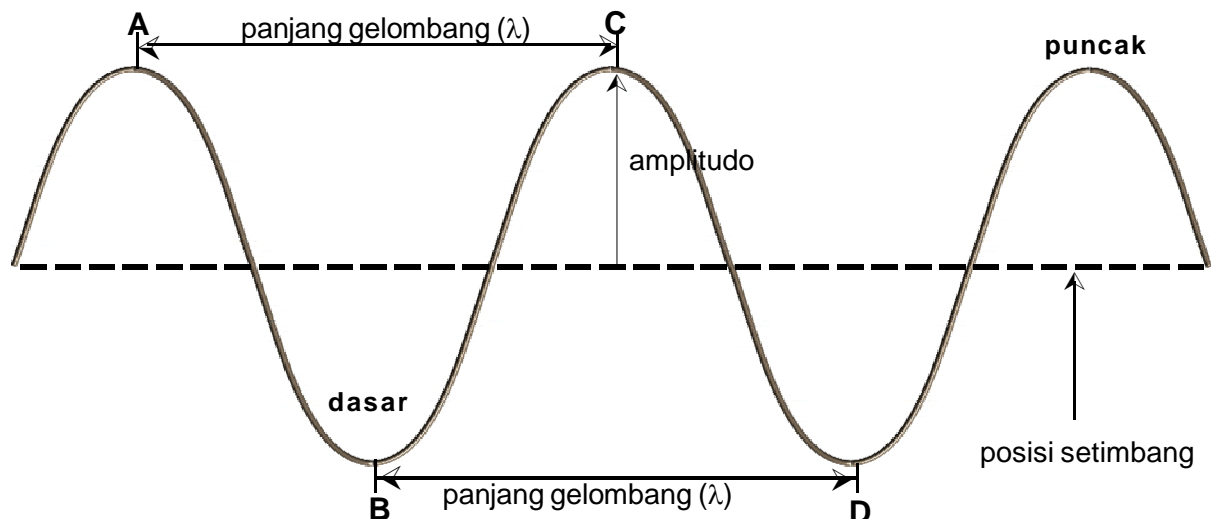
Sekarang pikirkan cahaya matahari yang dapat sampai ke bumi. Cahaya ini melewati ruang hampa, yakni ruang yang tidak ada partikel-partikel benda sebagai mediumnya. Gelombang yang tidak memerlukan medium ini disebut gelombang elektromagnetik. Karena tidak bergantung pada keberadaan partikel-partikel benda, gelombang elektromagnetik dapat menjalar dengan atau tanpa adanya medium. Perhatikan **Gambar 10.12**. Cahaya matahari dapat mencapai bumi walaupun melewati ruang hampa. Cahaya adalah salah satu contoh gelombang elektromagnetik.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.12
Gelombang cahaya dari matahari dapat mencapai bumi walaupun melewati ruang hampa.

Jenis-jenis Gelombang

Gelombang Transversal

Perhatikan lagi gambar gelombang tali pada **Gambar 10.13**. Pada saat gelombang bergerak maju, tali bergerak bolak-balik (bergetar) dari sisi ke sisi. Arah gerak gelombang ternyata tegak lurus dengan arah getarnya. Gelombang semacam ini disebut gelombang transversal. Jadi pada gelombang transversal arah getar gelombang tegak lurus dengan arah rambat gelombangnya.

Sumber: McLaughin & Thomson, 1997

Gambar 10.13
Pada saat gelombang transversal bergerak maju, medium bergetar tegak lurus dengan arah gerak gelombang.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.14
Bagian-bagian gelombang transversal.

Bagian-bagian yang mencirikan gelombang transversal dapat kamu lihat pada **Gambar 10.14**. Titik tertinggi pada gelombang disebut **puncak**, dan titik terendahnya disebut dasar. Gelombang dapat diukur panjang gelombangnya. Panjang gelombang adalah jarak antara sebuah titik pada suatu gelombang dengan titik yang serupa pada gelombang di dekatnya. Sebagai contoh, sesuai **Gambar 10.14** panjang gelombang adalah jarak dari puncak ke puncak (jarak AC), atau dari lembah ke lembah (jarak BD). Bagaimanakah cara mengukur panjang gelombang dari bagian gelombang yang lain? Panjang gelombang diberi lambang *l*, diambil dari huruf Yunani, dibaca *lamda*.

Gelombang laut biasanya dinyatakan dengan seberapa tinggi gelombang itu dari permukaan air dikala tenang. Amplitudo adalah jarak dari puncak (atau lembah) gelombang sampai dengan posisi setimbang medium. Amplitudo gelombang ini juga diperlihatkan pada **Gambar 10.14**. Amplitudo gelombang menunjukkan besarnya energi yang dibawa gelombang tersebut. Gelombang yang membawa energi besar memiliki amplitudo besar, dan gelombang yang membawa energi kecil memiliki amplitudo kecil pula.

Gelombang Longitudinal

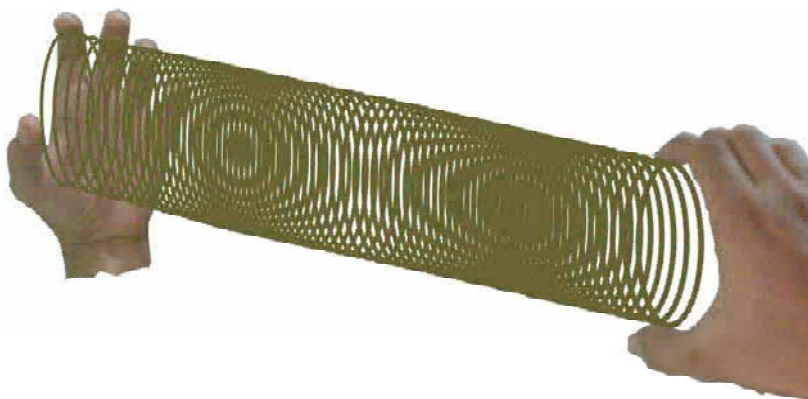
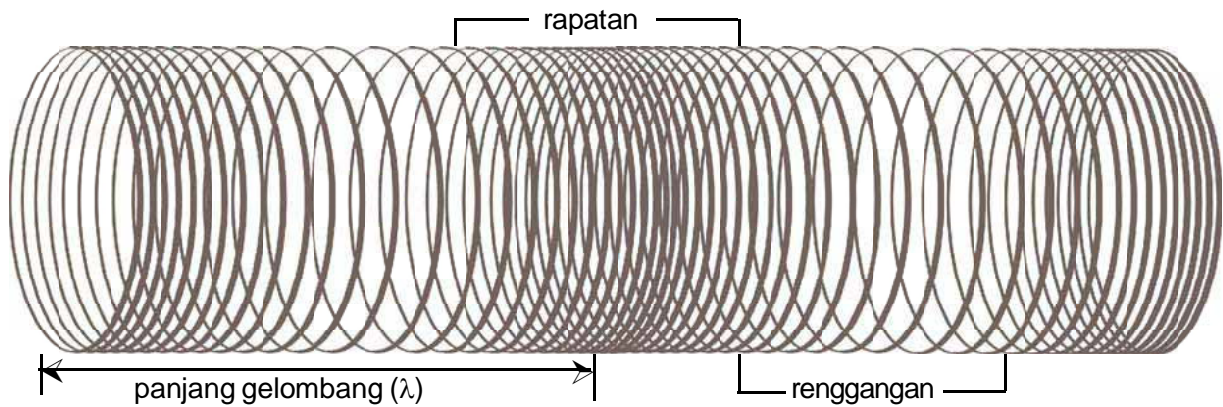
Bertepuk tanganlah di dekat wajahmu. Apakah kamu mendengar bunyinya? Apakah kamu dapat merasakan udara yang menerpa wajahmu? Ketika kamu bertepuk

tangan, kamu menggerakkan partikel-partikel udara menjauh dari posisi setimbangnya dan membentuk gelombang yang kamu dengar sebagai bunyi. Gelombang apakah yang terbentuk?

Misalkan kamu memiliki sebuah pegas yang cukup panjang (slinki). Pegas itu kamu rentangkan di lantai dan temanmu memegang salah satu ujungnya. Apabila beberapa gulungan di ujung yang lain kamu rapatkan, lalu kamu lepas, kamu akan melihat pola gelombang yang berbeda dengan yang kita diskusikan sebelumnya. Pola gelombang yang timbul ditunjukkan **Gambar 10.15**.

Daerah pada pegas yang lebih rapat dibanding sekitarnya disebut rapatan, sedangkan daerah yang lebih renggang dari sekitarnya disebut renggangan. Gelombang semacam ini disebut gelombang longitudinal. Pada gelombang logitudinal arah getar gelombang sejajar dengan arah rambat gelombangnya. Gelombang bunyi yang kamu dengar juga berupa gelombang longitudinal.

Sesuai dengan definisi panjang gelombang, maka panjang gelombang pada gelombang longitudinal adalah jarak antara dua rapatan atau dua renggangan yang berdekatan. Perhatikan **Gambar 10.16 .**

Partikel-partikel pegas tidak ikut merambat bersama gelombang, tetapi hanya bergetar maju mundur saat gelombang melaluinya. Tingkat kerapatan pada pegas mirip dengan amplitudo pada gelombang transversal. Semakin kuat kamu merapatkan pegas, maka energi gelombangnya semakin besar.

Gambar 10.15
Gelombang longitudinal pada pegas. Perhatikan rapatan dan renggangan yang terbentuk.

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.16
Bagian-bagian gelombang longitudinal

Frekuensi Gelombang

Frekuensi gelombang adalah banyaknya gelombang yang melewati titik tertentu selama satu sekon. Untuk gelombang transversal, satu gelombang dapat ditunjukkan oleh satu puncak ke puncak berikutnya. Seperti halnya pada getaran, frekuensi dilambangkan dengan *f* dan dalam SI diukur dalam satuan hertz yang disingkat Hz.

Frekuensi suatu gelombang bergantung pada frekuensi getar sumbernya. Bayangkan pembuatan gelombang pada tali yang pernah kamu lakukan. Jika kamu menggerakkan tanganmu dengan pelan, maka tali tersebut bergetar pelan pula. Jika tanganmu bergerak dengan cepat, maka getaran tali tersebut juga cepat. Perhatikan gelombang dengan berbagai frekuensi yang terbentuk pada seutas tali pada **Gambar 10.17**.

Gambar 10.17
Gelombang-gelombang dengan frekuensi yang berbeda pada seutas tali. *Gelombang manakah yang memliki frekuensi lebih besar?*

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: pmr.penerangan.gov.my.

Gambar 10.18
Kamu akan melihat kilat terlebih dulu, baru kemudian mendengar bunyi guntur, karena cepat rambat cahaya jauh lebih besar daripada cepat rambat bunyi.

Gelombang manakah yang memiliki frekuensi lebih besar, dan manakah yang frekuensinya lebih kecil? Hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang kita diskusikan pada Cepat Rambat Gelombang.

Cepat Rambat Gelombang

Pernahkah kamu memperhatikan kilat dan bunyi guntur? Seperti halnya **Gambar 10.18**, kamu mendengar bunyi guntur beberapa detik setelah kilat terlihat. Walaupun guntur dan kilat timbul dalam waktu yang sama, kamu melihat kilat lebih dulu karena cahaya bergerak jauh lebih cepat daripada bunyi. Gelombang yang berbeda bergerak dengan cepat rambat yang berbeda pula. Cepat rambat gelombang dilambangkan dengan v, dalam SI diukur dalam satuan m/s.

Ingatlah kembali bahwa untuk benda yang bergerak dengan kecepatan tetap, kecepatan adalah perpindahan dibagi waktu, atau

$$v = \frac{s}{t}$$

Jika gelombang itu menempuh jarak satu panjang gelombang (l), maka waktu tempuhnya adalah periode gelombang itu (T), sehingga rumus di atas dapat ditulis

$$v = \frac{\lambda}{T}$$

Karena $T = \frac{1}{f}$, dengan mengganti T rumus kecepatan itu, cepat rambat gelombang dapat dirumuskan

$$v = f \times \lambda$$

cepat rambat = frekuensi × panjang gelombang

Lab Mini 1.2

Bagaimana membandingkan gelombang-gelombang transversal?

1. **Gambarlah** gelombang transversal dengan tiga panjang gelombang utuh.
2. **Tandailah** amplitudo, puncak gelombang, dan dasar gelombangnya.
3. Dengan menggunakan penggaris, **ukurlah** amplitudo dan panjang gelombangnya.
4. Dalam kelompokmu, **urutkan** gelombang-gelombang kalian dari panjang gelombang terbesar ke panjang gelombang terkecil. Kemudian **urutkan** pula dari amplitudo paling besar ke amplitudo paling kecil.

Analisis

1. Misalkan semua gelombang itu bergerak dengan cepat rambat 20 cm/s. **Hitung** frekuensi gelombangmu.
2. **Urutkan** gelombang-gelombangmu dari frekuensi tertinggi ke frekuensi terendah

Bagaimanakah jika kamu membuat gelombang tali dengan frekuensi yang berbeda? Kamu akan menemukan jika frekuensi gelombang tali diperbesar, ternyata panjang gelombangnya mengecil. Mengapa? *Dalam medium yang sama, cepat rambat gelombang adalah tetap.* Misalkan cepat rambat gelombang pada tali adalah 12 m/s. Jika frekuensi gelombang 4 Hz, maka panjang gelombangnya 3 m (4 Hz × 3 m = 12 m/s). Namun jika *frekuensi gelombangnya diperbesar* menjadi 6 Hz, maka *panjang gelombangnya mengecil* menjadi 2 m (6 Hz × 2 m = 12 m/s). Apa yang terjadi jika frekuensi gelombangnya diperkecil?

Pada **Gambar 10.19**, terlihat pelangi yang terdiri dari berbagai warna. Apakah frekuensi setiap warna tersebut sama?

Dalam Lab Mini 10.1, kamu dapat berlatih membandingkan gelombang transversal secara matematis. Soal-soal contoh berikut ini memperlihatkan bagaimana kamu dapat menggunakan persamaan cepat rambat gelombang untuk menemukan besaran yang belum diketahui.

Sumber: http://www.yulian.firdaus.or.id.

Gambar 10.19
Pelangi berupa gelombang elektromagnetik dengan frekuensi yang berbeda-beda.

Penggunaan Matematika

Soal Contoh

Gelombang timbul pada kolam. Panjang gelombangnya adalah 32 cm, dan frekuensi gelombangnya 2,0 Hz. Berapakah cepat rambat gelombang itu?

Diketahui: panjang gelombang, λ = 32 cm = 0,32 m
frekuensi, f = 2,0 Hz

Ditanya: cepat rambat(v)
Rumus: $v = f \times \lambda$
Penyelesaian: $v = f \times \lambda$
= 2,0 Hz x 0,32 m = 0,64 m/s.

Soal Latihan

1. Sebuah gelombang pada tali memiliki panjang gelombang 1,2 m dan frekuensi 4,5 Hz. Berapa cepat rambat gelombang itu?

Soal Contoh

Gempa bumi dapat menghasilkan tiga macam gelombang. Salah satunya adalah gelombang transversal yang disebut gelombang tipe S. Gelombang S bergerak dengan cepat rambat 5000 m/s. Panjang gelombangnya 417 m. Berapakah frekuensi gelombang tersebut?

Diketahui: cepat rambat, v = 5000 m/s
panjang gelombang, λ = 417 m

Ditanya: frekuensi (f)
Rumus: $v = f \times \lambda$ sehingga $f = \dfrac{v}{\lambda}$

Penyelesaian: $f = \dfrac{v}{\lambda} = \dfrac{5000 \text{ m/s}}{417 \text{ m}}$ = 12 Hz

Soal Latihan

2. Sebuah seruling menghasilkan gelombang bunyi dengan panjang gelombang 0,20 m dan cepat rambat 340 m/s. Berapakah frekuensinya?

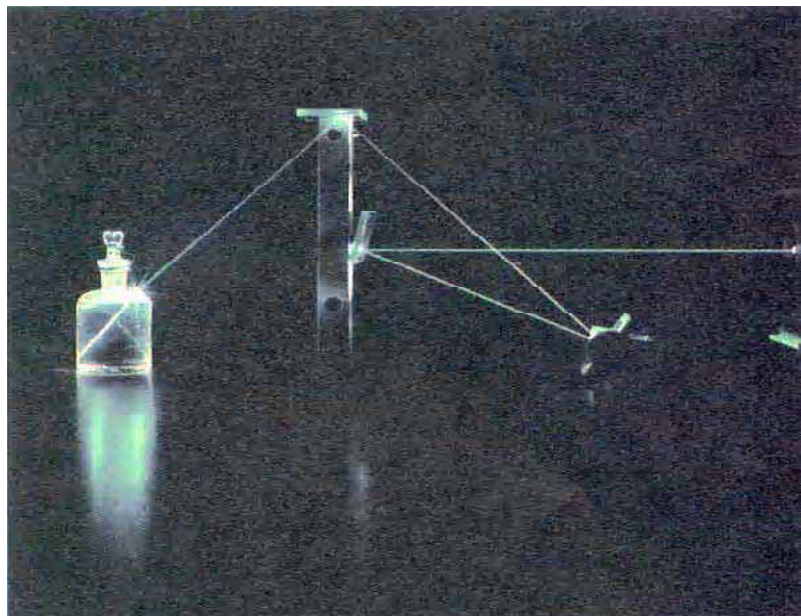
Sumber: http://www.nightskyinfo.com.

Gambar 10.20
Kamu dapat menikmati cahaya bulan purnama, karena cahaya matahari dipantulkan oleh permukaan bulan.

Pemantulan Gelombang

Kamu mungkin telah terbiasa dengan peristiwa pemantulan gelombang dalam kehidupan sehari-hari. Sebagai contoh, pada saat kamu melihat cermin, kamu memanfaatkan pemantulan cahaya untuk melihat dirimu sendiri.Pada saat kamu ke pantai, kamu dapat melihat gelombang air laut terpantul oleh tebing di tepi pantai. Ruang konser dan teater dirancang menggunakan pemantulan untuk membuat bunyi terdengar lebih kuat. Perhatikan **Gambar 10.20.** Kamu dapat menikmati sinar bulan di malam hari, karena permukaan bulan memantulkan sinar matahari.

Peristiwa pemantulan diperlihatkan dengan jelas oleh **Gambar 10.21**. Seberkas cahaya laser dipantulkan oleh tiga cermin, lalu memasuki sebuah botol.

Pemantulan gelombang adalah membaliknya gelombang setelah mengenai penghalang. Dapatkah kamu memberikan contoh-contoh lain peristiwa pemantulan gelombang? Dalam Kegiatan 10.2, kamu dapat berlatih mengamati ciri-ciri pemantulan gelombang tali.

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 10.21
Seberkas sinar laser laser dipantulkan oleh tiga cermin yang berbeda.

Merancang Percobaanmu Sendiri

Pemantulan Gelombang Tali

Semua gelombang membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Bagaimanakah kamu dapat membuat gelombang pada tali? Apa yang terjadi pada gelombang itu bila mengenai penghalang tetap? Dalam kegiatan ini kamu akan membuat gelombang pada tali dan mengamati ciri-ciri gelombang itu.

PERSIAPAN

Masalah

Besaran-besaran gelombang manakah yang dapat kamu pengaruhi ketika membuat gelombang transversal pada tali? Apa yang terjadi pada gelombang itu jika mengenai penghalang tetap?

Membuat Hipotesis

Buatlah hipotesis untuk memperkirakan perilaku gelombang pada tali pada keadaan seperti yang digambarkan di atas.

Tujuan

- Merancang percobaan untuk menguji perilaku gelombang transversal pada tali.
- Mengamati apa yang terjadi pada gelombang transversal bila gelombang itu mengenai penghalang tetap

Alat dan Bahan yang Diperlukan

- tambang plastik
- penggaris meteran
- stopwatch

Sumber: Dok. Penulis.

MERENCANAKAN PERCOBAAN

1. Dalam satu kelompok, sepakatilah dan tuliskan rumusan hipotesis kelompok kamu.
2. Susunlah langkah-langkah yang akan kamu gunakan untuk menguji hipotesismu.
3. Siapkan alat/bahan yang kamu butuhkan. Rancanglah tabel datanya.

Mengecek Rencana

1. Dua orang dalam kelompokmu seharusnya duduk di lantai dengan memegang ujung-ujung tali yang teregang di antara mereka. Tentukan siapa yang menjadi pembuat gelombang.
2. Pembuat gelombang se-harusnya menggerakkan ujung tali ke samping dengan cepat untuk membuat sebuah gelombang transversal. Bagaimana cara lain untuk membuat gelombang transversal?
3. Apa yang akan kamu lakukan untuk mengubah amplitudo gelombang?
4. Bagaimana kamu akan menggerakkan ujung talimu untuk menguji hubungan antara frekuensi dengan panjang gelombang?
5. Yakinlah bahwa gurumu menyetujui rencanamu dan kamu telah memasukkan sar*an beliau dalam rencana kamu.*

MELAKUKAN PERCOBAAN

1. Lakukan percobaan sesuai rencana.
2. Selama percobaan, tulislah hasil pengamatanmu.

Analisis dan Penerapan

1. Bagaimanakah cara kamu mengubah amplitudo gelombang? Apakah amplitudo tetap sama selama gelombang merambat sepanjang tali? **Jelaskan** mengapa begitu atau mengapa tidak begitu.
2. **Prediksikan** apa yang terjadi ketika gelombang mengenai penghalang tetap.
3. **Simpulkan** bagaimana kamu dapat membuat gelombang dengan frekuensi yang lebih besar. **Jelaskan** hubungan antara frekuensi dan panjang gelom-bang.

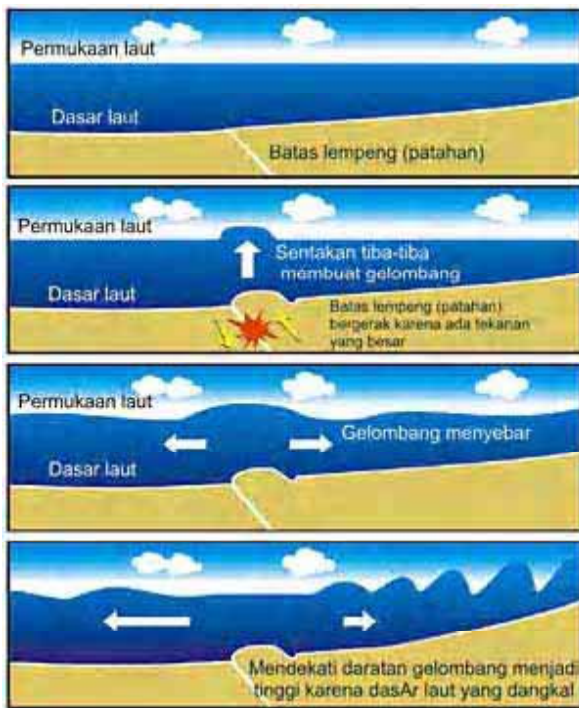
Gempa dan Tsunami

Pada tanggal 26 Desember 2004 terjadi gempa berkekuatan 6,8 skala Richter dengan pusat gempa terletak di dasar Samudera Hindia. Gempa tersebut memicu terjadinya tsunami yang menghempas Aceh dan Nias di Indonesia, Malaysia, Pantai Pukhet di Thailand, serta Andaman dan Nicobar di Bangladesh. Apakah tsunami itu? Bagaimana kita dapat menghindarinya?

Tsunami berasal dari bahasa Jepang yang berarti Ombak Pelabuhan. Tsunami, seperti terlihat dalam Gambar 10.22, terjadi karena adanya gejolak di bawah permukaan laut, seperti gempa bumi dan letusan gunung berapi. Kekuatan yang dihasilkan gempa bumi tadi menciptakan dua gelombang besar yang terbelah dua. Satu mengarah ke tengah laut dan satu mengarah ke daratan. Sebagian besar tsunami tidak menghasilkan ombak besar yang pecah di pantai. Tapi menghasilkan gelombang yang amat cepat dan kuat hingga membuat permukaan laut pasang dengan sangat cepat. Di laut dalam, gelombang kecepatan gelombang tsunami bisa mencapai 700 km per jam tapi

Sumber: http://www.urbanlegends.about.com.

Gambar 10.22
Gelombang pasang tsunami yang menyerang sebuah pantai.

Sumber: http://www.bmg.go.id.

Gambar 10.23
Proses terjadinya tsunami oleh gempa tektonik.

ketinggiannya hanya beberapa puluh sentimeter saja. Sedangkan tsunami yang mengarah ke daratan, kecepatannya berkurang namun ketinggiannya semakin meningkat. Peristiwa ini dapat kamu bayangkan seperti **Gambar 10.23.**

Daerah-daerah di Indonesia termasuk kategori daerah rawan tsunami, karena berupa kepulauan dan berada di pertemuan lempeng Eurasia, Hindia-Australia, dan lempeng Pasifik. Daerah-daerah tersebut antara lain daerah kepala burung Papua, Nabire, Wamena, Sepanjang pantai selatan Jawa dan Bali, Lampung, dan pantai barat Sumatera. Akibat tsunami di Aceh dapat kamu lihat dalam **Gambar 10.24.** Untuk menghindar dari tsunami, kamu dapat mempelajari kemudian mengikuti panduan di samping.

Selain dapat menimbulkan tsunami, gelombang gempa bumi itu sendiri bersifat merusak, seperti **Gambar 10.25.** Kekuatan gempa diukur dalam skala Richter. Setiap peningkatan satu angka pada skala Richter menunjukkan adanya peningkatan amplitudo gelombang gempa sebesar 10 kali.

Bagaimana menghindar dari tsunami?
Pada saat ini pemerintah sedang membangun sistem peringatan dini tsunami. Beberapa cara berikut dapat membantu kita untuk menyelamatkan diri dari bencana tsunami.
1. Bila kamu merasakan adanya gempa, segeralah menjauh dari pantai.
2. Bila sedang di pantai dan melihat air laut surut dengan cepat dan tidak wajar, segeralah meninggalkan pantai. Mungkin pada saat itu ada ikan yang menggelepar-gelepar, yang menggoda kita untuk mengambilnya, namun jangan hiraukan. Segeralah meninggalkan pantai dan mencari tempat yang lebih tinggi.

Gambar 10.24
Citra satelit Banda Aceh sebelum tsunami (kiri) dan sesudah tsunami (kanan).

Sumber: http://www. putraaceh.multiply.com.

Sumber: http://www. putraaceh.multiply.com.

Sumber: Surya, 7 Juni 2000.

Gambar 10.25
Bumi mengalami ratusan kali gempa setiap harinya, tetapi sebagian besar terlalu kecil untuk dapat diamati. Sebuah gempa berkekuatan 7,3 skala Richter mengguncang kota Bengkulu, 6 Juni 2000, dan merobohkan rumah-rumah di kota itu.

Intisari Subbab

1. Buatlah sketsa gelombang transversal dan tandailah puncak, lembah, panjang gelombang, dan amplitudonya.
2. Apa hubungan antara frekuensi dan panjang gelombang pada gelombang air?
3. Sebuah gelombang bergerak dengan kelajuan 4,0 m/detik dan memiliki frekuensi 3,5 Hz. Berapakah panjang gelombangnya?
4. Berpikir Kritis: Kamu telah mempelajari gerak getaran, misalnya pada ayunan. Bagaimana gerak ayunan ini mirip dengan gerak gelombang transversal?

Bina Keterampilan

Membandingkan dan Membedakan

Gunakan **Gambar 10.14** dan penjelasan pada Subbab ini untuk membandingkan frekuensi, amplitudo, dan panjang gelombang sebuah gelombang. Besaran manakah yang bergantung pada energi? Besaran manakah yang bersatuan meter? Besaran manakah yang bergantung pada banyaknya gelombang?

Penggunaan Matematika

Kamu menyukai siaran pemancar radio yang berfrekuensi 10,1 MHz (megahertz), sedangkan temanmu menyukai siaran yang berfrekuensi 9,8 MHz. Gelombang radio adalah gelombang elektromagnetik, bergerak dengan cepat rambat 3 x 10^8 m/s. **Bandingkan**, dari kedua pemancar itu, panjang gelombang mana yang lebih besar.

C Apakah Bunyi itu

Kata-kata IPA
bunyi
sumber bunyi
gelombang longitudinal
medium
cepat rambat bunyi

Ingat-ingatlah seluruh bunyi yang telah kamu dengar sejak kamu bangun pagi ini. Apakah kamu mendengar bunyi desiran angin, kicauan burung, suara-suara manusia, atau pintu yang dihempaskan? Telingamu memungkinkan kamu mengenali bunyi yang berbeda-beda itu. Apakah kamu mengetahui persamaan yang dimiliki oleh semua bunyi tersebut? Lakukan kegiatan Lab Mini 10.2 untuk mengeksplorasi berbagai hal tentang bunyi.

Mengamati Bunyi

1. Buatlah lubang pada dasar gelas plastik. Putuskan sebuah gelang karet, buat simpul pada ujung gelang karet itu dan masukkan ujung lain ke dalam lubang itu, sehingga ujung karet tersebut tertahan pada gelas ketika ujung lain ditarik.
2. Tutupkan plastik pembungkus di mulut gelas. Kemudian ikatkan gelang karet yang lain di seputar gelas untuk menahan agar plastik melekat kuat.
3. Taburkan sedikit garam halus di atas plastik itu. Tahan gelas ketika temanmu meregangkan karet dan memetiknya. Amatilah apa yang terjadi dengan garam itu.
4. Sekarang lepas plastik di mulut gelas. Tahan gelas di dekat telingamu sambil temanmu meregangkan karet.
5. Mintalah temanmu menggunakan satu jarinya untuk memetik karet itu. Kemudian mintalah temanmu untuk meregangkan karet itu sedikit lebih tegang, lalu memetiknya.

Analisis

Apa yang terjadi dengan garam tersebut ketika kamu memetik karet itu? Perbedaan apa yang kamu dengar ketika temanmu memetik karet yang lebih tegang, dibandingkan dengan yang kamu dengar sebelumnya?
Tuliskan hasil kegiatanmu ini pada buku catatan IPA-mu

Sumber: Dok. Penulis.

Seperti yang telah kamu lakukan dalam **Lab Mini 10.2**, kamu dapat membuat bunyi. Bunyi yang terjadi ternyata memiliki ciri-ciri tertentu. Marilah kita bahas berbagai aspek tentang bunyi.

Bagaimanakah Terjadinya Bunyi?

Dalam **Lab Mini 10.2**, kamu mengamati bahwa setelah karet dipetik, karet akan bergerak bolak-balik dengan cepat, dan kamu dapat mendengar bunyi dari karet itu. Kejadian serupa dapat kamu amati pada **Gambar 10.26.** Selaput gendang yang dipukul akan bergerak maju mundur dengan cepat. Gelang karet dan selaput gendang tersebut adalah contoh-contoh benda yang menghasilkan bunyi. Apa persamaan contoh-contoh tersebut? Benda-benda itu *bergetar* saat menghasilkan bunyi. Pada saat sebuah benda bergetar, benda tersebut memberikan energi kepada partikel-partikel di sekitarnya. Energi ini menyebabkan partikel-partikel tersebut ikut bergetar. Dan dalam bentuk rapatan (daerah yang pertikelnya rapat) dan renggangan (daerah yang pertikelnya kurang rapat), getaran itu merambat meninggalkan sumber bunyi. Ingatlah kembali apa yang telah kamu pelajari. Rangkaian gerakan rapatan dan renggangan disebut gelombang longitudinal. Bunyi dihasilkan oleh benda yang bergetar, merambat dalam bentuk gelombang longitudinal.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.26
Bunyi berasal dari benda yang bergetar.
Apa yang bergetar pada gendang ini, sehingga menghasilkan bunyi?

Lab Mini 10.3

Apa yang berbeda ketika bunyi merambat melalui medium yang berbeda?

Langkah-langkah

1. Ikatkan sebuah benda logam, misalnya sendok, di tengah-tengah seutas tali.
2. Belitkan ujung-ujung tali itu pada satu jari dari tiap tanganmu.
3. Tempelkan jari-jari yang memegang tali itu pada telingamu. Ayunkan benda logam itu hingga mengenai tepi kursi atau meja, dan dengarkan bunyinya.
4. Dengarkan lagi bunyi yang dibuat oleh benturan itu ketika jarimu tidak menempel di telingamu.

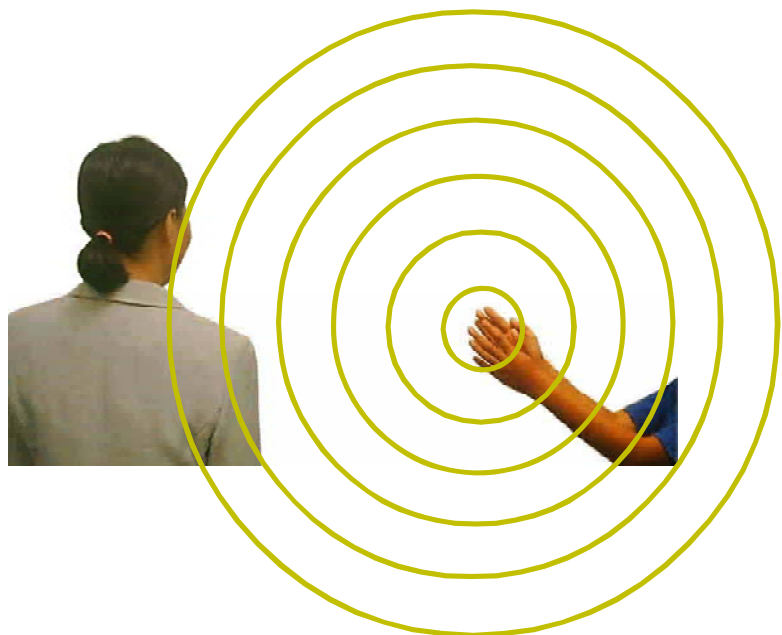
Analisis

Bandingkan bunyi yang kamu dengar ketika jari-jarimu menempel di telinga dan tidak menempel di telinga. Jelaskan perbedaan bunyi yang kamu dengar bila bunyi merambat melalui udara

Merambat Melalui Medium

Bagaimana bunyi merambat ketika kamu bertepuk tangan? Getaran yang dihasilkan oleh tepukan tanganmu menimbulkan gelombang longitudinal yang merambat melalui udara menuju temanmu. Proses ini serupa dengan apa yang kamu lihat ketika kamu membuat gelombang longitudinal pada pegas. Seperti diilustrasikan dalam **Gambar 10.27,** Tepukan tanganmu menyebabkan terjadinya rapatan dan renggangan di antara partikel-partikel di udara.

Apakah bunyi hanya merambat melalui udara saja? Bunyi dapat merambat melalui zat padat, cair dan gas (sebagai contoh kayu, gelas, baja, air, udara). Kamu dapat menyelidiki hal ini melalui kegiatan dalam **Lab Mini 10.3.**

Pikirkan lagi tentang radiomu. Pengeras suara dalam radiomu sebenarnya menggerakkan udara di depannya sehingga partikel-partikel udara itu bergetar. Jika tidak ada udara (medium) di depan pengeras suara itu, tidak akan terjadi bunyi. Tanpa medium untuk merambatkan getaran, tidak akan terjadi bunyi. Di permukaan bulan tidak ada atmosfer, sehingga tidak ada medium untuk merambatkan gelombang. Jadi tidak ada bunyi di bulan maupun di ruang hampa di tempat lain.

Gambar 10.27
Bunyi tepukan tangan sampai ke telinga dalam bentuk rapatan dan renggangan partikel-partikel udara. *Jenis gelombang apakah gelombang bunyi itu?*

Sumber: Dok. Penulis.

Cepat Rambat Bunyi

Jika seruling dan gitar dimain-kan bersamaan, kedua gelombang bunyi itu akan sampai di telingamu dalam waktu yang sama. Cepat rambat bunyi tidak bergantung pada jenis sumber bunyinya.

Cepat rambat bunyi bergantung pada dua hal: *jenis medium* yang dilalui gelombang bunyi dan *suhu medium*.

Udara merupakan medium yang paling sering dilalui gelombang bunyi yang kamu dengar, seperti bunyi angklung pada **Gambar 10.28**. Seperti telah kamu amati dalam **Lab Mini 10.3,** gelombang bunyi dapat merambat melalui berbagai jenis medium. Zat cair dan zat padat merupakan penghantar yang lebih baik daripada udara sebab partikel-partikel di dalam zat cair atau zat padat saling mempengaruhi lebih kuat daripada partikel-partikel udara.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.28
Bunyi angklung dapat kamu dengar, karena gelombang bunyi dapat merambat melalui udara.

Hal ini mengakibatkan perpindahan energi gelombang bunyi di dalam zat padat atau zat cair menjadi lebih mudah daripada di udara. Perhatikan cepat rambat bunyi pada berbagai jenis bahan dalam **Tabel 10.1.**

Tabel 10.1: Cepat Rambat Bunyi dalam Berbagai Bahan

1.	udara	344
2.	air	1.500
3.	batu bata	3.650
4.	kayu	4.700
5.	besi	5.100
6.	kaca	5.000 s/d 10.000

Suhu medium juga merupakan faktor penting dalam menentukan cepat rambat bunyi. Pada saat suhu zat meningkat, molekul-molekulnya bergerak lebih cepat sehingga frekuensi tumbukan antar partikel lebih banyak. Meningkatnya tumbukan molekul ini akan lebih banyak memindahkan energi dalam waktu yang lebih singkat. Ini memungkinkan gelombang bunyi berpindah lebih cepat. Bunyi merambat melalui udara dengan cepat rambat 344 m/s, pada suhu 20° C, namun hanya dengan cepat rambat 332 m/s, pada suhu 0° C. Setelah membahas faktor-faktor yang mempengaruhi cepat rambat bunyi, jawablah pertanyaan dalam **Gambar 10.29.**

Cepat rambat bunyi untuk medium tertentu dan suhu tertentu besarnya tetap. Gerak dengan kecepatan tetap ini disebut gerak lurus beraturan (GLB). Seperti yang telah kamu pelajari pada tentang gerak, dalam GLB hubungan antara cepat rambat dengan jarak tempuhnya adalah:

$$\textit{cepat rambat} = \frac{\textit{jarak tempuh}}{\textit{waktu}}$$

$$v = \frac{s}{t}$$

Perhatikan soal contoh di bawah ini, kemudian berlatihlah dengan mengerjakan soal latihan.

Penggunaan Matematika

Soal Contoh

Soal: Kamu berada sejauh 1.700 meter dari sebuah gunung meletus. Jika bunyi bergerak di udara dengan cepat rambat 340 m/s, berapa waktu yang diperlukan sehingga kamu mendengar bunyi letusannya?

Diketahui: jarak, s = 1.700 m
cepat rambat, v = 340 m/s

Ditanya: waktu (t)

Rumus: $v = \frac{s}{t}$

Penyelesaian: $v = \frac{s}{t}$ sehingga $t = \frac{s}{v} = \frac{1.700 \text{ m}}{340 \text{ m/s}}$

$= 5$ s

Kamu akan mendengar bunyi letusan 5 s setelah gunung tersebut meletus.

Soal Latihan

1. Seekor lumba-lumba yang terletak pada jarak 600 m dari laboratorium bawah laut mengeluarkan bunyi. Jika bunyi bergerak di air dengan cepat rambat 1.500 m/s, berapakah waktu yang diperlukan sehingga orang di laboratorium itu dapat mendeteksi bunyi lumba-lumba tersebut?
2. Hasan melihat petasan meledak, dan 0,8 sekon kemudian mendengar bunyi petasan itu. Jarak Hasan sampai dengan petasan itu 273,6 m. Berapakah cepat rambat bunyi di udara pada saat itu?

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.29
Dalam karnaval musik, alat-alat musik meng-hasilkan berbagai bunyi yang enak didengar. *Apakah bunyi-bunyi yang dihasilkan merambat di udara pada ruang itu dengan cepat rambat yang berbeda-beda?*

Intisari Subbab

1. Termasuk jenis gelombang apakah gelombang bunyi itu, dan bagaimana gelombang itu memindahkan energi?
2. Seandainya kamu berada di suatu pesawat ruang angkasa, apakah mungkin kamu mendengar bunyi dari pesawat ruang angkasa lain? Jelaskan.
3. Faktor-faktor apakah yang mempengaruhi cepat rambat bunyi?
4. **Berpikir Kritis:** Cahaya merambat jauh lebih cepat daripada bunyi. Kilat dan guntur terjadi bersamaan pada tempat yang sama. Tetapi guntur terdengar beberapa saat setelah kilat terlihat. Bagaimanakah kamu menentukan jarak terjadinya guntur tersebut dari tempatmu, dengan menggunakan data waktu antara terlihat kilat dan terdengar bunyi guntur?

Bina Keterampilan

Peta Konsep

Buatlah sebuah peta konsep yang menunjukkan rangkaian peristiwa yang terjadi untuk menghasilkan bunyi. Masukkan istilah-istilah *renggangan, getaran,* dan *rapatan*.

Ciri-Ciri Fisik Bunyi

Kata-kata IPA
nada bunyi
ulrasonik
infrasonik
kuat bunyi
desibel
gema
gaung

Sekarang kamu telah mengetahui bahwa semua bunyi dihasilkan dengan cara yang pada dasarnya sama. Bunyi-bunyi itu dihasilkan oleh getaran dan merambat sebagai gelombang longitudinal. Meskipun demikian, terdapat berjuta-juta bunyi yang berbeda dalam kehidupan sehari-hari. Tiap-tiap bunyi memiliki ciri tertentu, yang membuat suatu bunyi berbeda dengan bunyi lain, seperti telah kamu selidiki dalam **Lab Mini 10.2**. Bagaimana kamu mendengar dan mendeskripsikan sebuah bunyi bergantung pada ciri-ciri fisik gelombang bunyi tersebut. Seperti yang kamu pelajari tentang gelombang, ciri-ciri fisik sebuah gelombang adalah amplitudo, frekuensi, dan panjang gelombang. Ternyata ciri-ciri fisik gelombang bunyi menentukan ciri-ciri fisik bunyi yang dapat kamu dengar.

Nada Bunyi

Dalam pelajaran seni musik, kamu diperkenalkan dengan not musik "do, re, mi, fa, so, la, si, do." Pada saat kamu menyanyikan not musik ini, suaramu pada awalnya rendah dan menjadi semakin tinggi untuk setiap not. Kamu mendengar suatu perubahan nada.

Nada adalah tinggi atau rendahnya bunyi. Nada yang kamu dengar bergantung pada frekuensi gelombang bunyi tersebut. Semakin besar frekuensinya, semakin tinggi nadanya, dan semakin kecil frekuensinya, semakin rendah nadanya. **Gambar 10.30** memperlihatkan temanmu mengatur nada bunyi yang dihasilkan alat musiknya.

Gambar 10.30
Nada suatu bunyi bergantung pada frekuensi gelombang bunyi tersebut. *Dapatkah kamu merasakan tinggi rendahnya nada bunyi recorder soprano?*

Sumber: Dok. Penulis.

Sumber: Awater, et al., 1995.

Gambar 10.31
Kelelawar menggunakan gelom-bang ultrasonik untuk "melihat." Jika matanya ditutup, terbangnya tidak terganggu sama sekali. Namun jika telinganya ditutup, kelelawar itu tidak bisa berbuat apa-apa. *Penggunaan bunyi untuk navigasi seperti kelelawar itu disebut apa?*

Seorang penyanyi wanita dapat menyanyikan nada tinggi dengan frekuensi 1000 Hz. Bunyi guntur memiliki nada rendah, dengan frekuensi kurang dari 50 Hz. Rentang frekuensi bunyi yang dapat didengar manusia berkisar antara 20 Hz sampai dengan 20.000 Hz.

Gelombang Ultrasonik dan Infrasonik

Kebanyakan manusia tidak dapat mendengar bunyi dengan frekuensi di atas 20.000 Hz, yang dinamakan gelombang ultrasonik. Hewan-hewan tertentu, seperti anjing, kucing, dan lumba-lumba dapat mendengar gelombang ultrasonik. Kelelawar dapat menghasilkan dan mendengar frekuensi setinggi 100.000 Hz untuk mengetahui posisi makanan dan menghindari benda-benda saat terbang di kegelapan. Gelombang ultrasonik digunakan pada sonar di samping pada diagnosis kesehatan dan pengobatan.

Sumber: Bakalian, et al., 1994

Gambar 10.32
Lumba-lumba memanfaatkan pantulan bunyi untuk menen-tukan posisi mangsanya. Kapal penangkap ikan menggunakan sonar untuk menghasilkan gelombang ultrasonik yang kemudian dipantulkan ole**h kawanan ikan.**

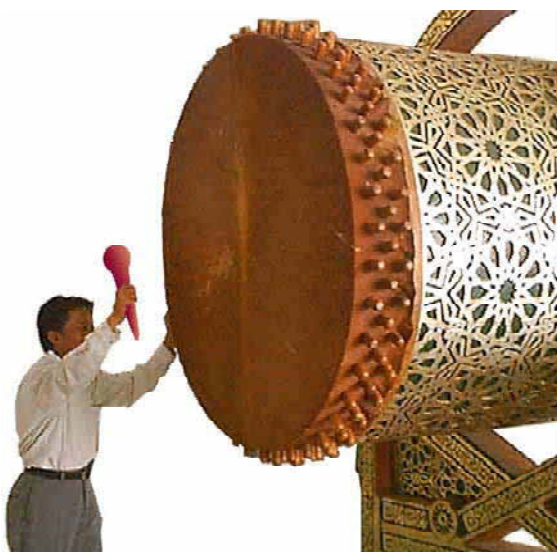
Sonar atau ***Sound Naviga-tion and Ranging*** merupa-kan suatu metode penggunaan gelombang ultrasonik untuk menaksir ukuran, bentuk, dan kedalaman benda-benda di bawah air. Metode ini digunakan antara lain untuk menentukan posisi kawanan ikan di bawah air, seperti **Gambar 10.29**.

Infrasonik atau subsonik merupakan gelombang yang mempunyai frekuensi di bawah 20 Hz. Gelombang-gelombang ini dihasilkan oleh sumber bunyi

seperti mesin berat dan gempa. Meskipun kamu mungkin tidak dapat mendengar bunyi itu, kamu dapat merasakan gelombang-gelombang ini sebagai getaran yang mengganggu di dalam badanmu. Kawanan gajah berkomunikasi dengan gelombang infrasonik.

Kuat Bunyi

Bayangkan kamu memukul bedug, seperti yang dilakukan orang pada **Gambar 10.33.** Apa yang kamu dengar, bila kamu memukul dengan lemah? Selanjutnya, apa perbedaan bunyi yang terjadi jika kamu memukul bedug dengan keras? Bedug tersebut menghasilkan nada yang sama, baik ketika kamu pukul dengan lemah maupun keras. Akan tetapi, kamu tetap mendengar ada perbedaan antara kedua bunyi tersebut. Kedua bunyi tersebut berbeda dalam kekuatannya. Bedug yang kamu pukul dengan lemah menghasilkan kuat bunyi kecil. Sebaliknya, bedug yang kamu pukul dengan keras menghasilkan kuat bunyi yang besar.

Kuat bunyi merupakan ukuran keras lemahnya bunyi yang didengar oleh teling. Kuat bunyi berhubungan dengan energi gelombang bunyi. Gelombang bunyi yang berenergi besar akan menghasilkan bunyi yang kuat. Sebaliknya, gelombang bunyi berenergi kecil menghasilkan kuat bunyi yang kecil. Kuat bunyi diukur dalam satuan desibel, disingkat dB. **Tabel 10.2** memperlihatkan kuat bunyi beberapa kejadian.

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.33
Beduk yang dipukul dengan keras menghasilkan kuat bunyi kuat besar, jika dipukul dengan lemah akan menghasilkan kuat bunyi kecil.

Sayangilah Telingamu

Mendengarkan musik lewat *earphone* memang mengasyikkan. Akan tetapi, kebiasaan ini sangat membahayakan telingmu. Biasanya orang cenderung memperbesar volume musik yang didengar lewat *earphone*, dengan alasan "lebih merasuk ke hati". Padahal, cara tersebut akan menyebabkan gendang telinga bergetar dengan kuat, dan dalam jangka waktu tertentu akan menyebabkan gendang telinga rusak. Akibatnya, orang dapat mengalami kehilangan pendengaran

Tabel 10.2: Contoh sumber bunyi pada skala kuat bunyi tertentu

Skala (dB)	Contoh Sumber Bunyi
140	tembakan, petasan, kembang api
120	konser rock, mesin jet
110	gergaji mesin, klakson mobil
90	stasiun KA
70	lalu lintas
60	pembicaraan normal
50	hujan sedang
30	bisik-bisik
0	diam total

Pemantulan Bunyi

Pada saat gelombang bunyi menumbuk sebuah permukaan seperti dinding, lantai, atau langit-langit, sebagian energi bunyi tersebut diserap dan sebagian lagi dipantulkan. Permukaan yang keras memantulkan lebih banyak bunyi. Bahan yang lunak seperti karpet dan busa menyerap energi gelombang bunyi lebih banyak.

Pernahkah kamu berteriak di depan sebuah gua atau tebing, seperti **Gambar 10.34?** Setelah kamu berteriak, sesaat kemudian seperti ada yang membalas teriakanmu. Sebenarnya balasan teriakan itu berasal dari teriakanmu yang dipantulkan kembali. Pada kejadian ini kamu telah mendengar gema. Gema adalah perulangan bunyi yang terdengar setelah bunyi ditimbulkan, terjadi ketika gelombang bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan. Seberapa cepat kamu mendengar gema bergantung seberapa jauh kamu dari permukaan yang memantulkan bunyi itu.

Gambar 10.34
Gema merupakan perulangan bunyi yang terjadi ketika ge-lombang bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan.

Sumber: Dok. Penulis.

Pernahkah kamu mengikuti sebuah pidato dengan menggunakan pengeras suara di salah satu ruangan di sekolahmu? Mungkin kamu dapat mendengar sisa bunyi sesaat setelah sebuah kata diucapkan, sehingga mengganggu bunyi aslinya. Peristiwa ini disebut gaung. Gaung adalah perulangan bunyi yang terdengar hampir bersamaan dengan bunyi dari sumber, dihasilkan oleh bunyi yang terpantul berkali-kali pada sebuah ruangan. Ruang

Sumber: Bakalian, et al., 1994. Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 10.35
Gambar kiri. Orang Yunani Kuno telah mengetahui pentingnya akustik ketika mereka merancang teater ini di Italia
Gambar kanan. Walaupun bahan-bahan dan teknologi konstruksi telah makin maju, arsitek harus memperhatikan akustik dalam merancang bangunan seperti Gedung Gema Unesa Surabaya ini.

konser dan teater seperti **Gambar 10.31** dirancang oleh ahli akustik, ilmu tentang bunyi. Bahan-bahan yang lunak, menyerap bunyi, dan bentuk dinding atau langit langit tertentu dapat mengurangi gaung, seperti **Gambar 10.35.**

Sonar dapat digunakan untuk mengukur kedalaman laut. Sonar menerapkan prinsip pemantulan bunyi. Gelombang bunyi dipancarkan ke dalam air dari sebuah kapal. Gelombang bunyi merambat menurut garis lurus hingga mengenai sebuah penghalang, misalnya dasar laut. Ketika gelombang bunyi itu mengenai penghalang, sebagian gelombang itu dipantulkan kembali ke kapal sebagai gema. Waktu yang diperlukan gelombang bunyi untuk bergerak turun ke dasar dan kembali ke atas diukur dengan cermat. Perhatikan **Gambar 10.36.** Dengan menggunakan data *waktu* dan *cepat rambat bunyi di air laut*, orang dapat menghitung jaraknya (ingat: **jarak = cepat rambat ´ waktu**). Kedalaman laut dapat ditemukan dengan membagi jarak total dengan 2 (separuh untuk turun dan separuhnya untuk naik). Perhatikan contoh permasalahan untuk dapat memahami penerapan sonar untuk mengukur jarak, kemudian kerjakan soal latihannya. **Kegiatan 10.3** dapat kamu lakukan untuk menerapkan pemahamanmu tentang nada bunyi dan kuat bunyi.

Sumber: Bakalian, et al., 1994.

Gambar 10.36
Untuk mengukur kedalaman laut, jarak tempuh gelombang bunyi harus dibagi 2 (untuk turun dan untuk naik).

Penggunaan Matematika

Contoh Soal

Soal: Cepat rambat bunyi di air laut adalah 1530 m/s. Jika bunyi memerlukan waktu 3 s untuk perjalanan pulang-pergi dari perangkat sonar, berapakah jarak benda yang memantulkan bunyi itu?

Diketahui: cepat rambat, v = 1.530 m/s
waktu, t = 3 s

Ditanya: jarak benda (s/2).

Rumus: $s = v \times t$

Penyelesaian: $s = v \times t$ = 1530 m/s x 3 s = 4590 m,
sehingga jarak benda = 4590 m/2 = 2295 m.

Soal Latihan

1. Sebuah kapal peneliti hendak mengukur kedalaman laut. Sonar kapal tersebut memancarkan bunyi, dan 4 detik kemudian gema bunyi itu dideteksi sonar tersebut. Jika cepat rambat bunyi di air laut adalah 1530 m/s, hitunglah kedalaman laut di tempat itu.

Intisari Subbab

1. Besaran apa yang mempengaruhi nada bunyi? Intensitas bunyi?
2. Ketika kamu memperbesar volume radiomu, manakah diantara besaran-besaran berikut ini yang berubah: cepat rambat bunyi, intensitas, nada, amplitudo, frekuensi, panjang gelombang, dan kuat bunyi?
3. **Berpikir Kritis:** seekor kelelawar pemakan serangga dalam kegelapan malam mengeluarkan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi dan mendeteksi peningkatan frekuensinya setelah bunyi itu dipantulkan serangga. Jelaskan kemungkinan gerak kelelawar dan serangga pada saat itu.

Bina Keterampilan

Membuat Tabel

Buatlah sebuah Tabel Perbandingan Gelombang Ultrasonik dan Infrasonik. Tabel tersebut memuat pengertian, contoh sumber bunyi, dan jenis binatang yang mampu mendengarnya.

Frekuensi Gelombang Bunyi

Bunyi berasal dari suatu getaran. Kadang-kadang getaran ini juga menyebabkan benda didekatnya ikut bergetar. Keadaan ini disebut ***resonansi****. Banyak alat musik dibuat dengan memanfaatkan kolom udara yang bergetar dengan frekuensi tertentu. Bagaimanakah mengatur nada pada alat-alat musik, misalnya seruling? Dengan menutup dan membuka lubang-lubang pada seruling, maka panjang kolom udara, panjang gelombang, dan frekuensi bunyi berubah.*

Masalah

Dapatkah kamu menemukan ***resonansi, panjang gelombang,*** *dan* ***frekuensi bunyi*** *yang timbul pada sebuah pipa yang terbuka kedua ujungnya?*

Alat-alat dan Bahan

- pita karet
- penggaris
- pipa plastik (paralon) atau buluh bambu yang terbuka pada kedua ujungnya.

Langkah Percobaan

1. Ukur panjang pipa dan catatlah hasilnya pada tabel data.
2. Rentangkan pita karet dengan tanganmu, lalu petik pita karet tersebut. Dengarkan nada bunyi pita karet itu.
3. Ketuklah pipa tersebut, dengarkan nada bunyi pipa itu.
4. Rentangkan kuat-kuat pita karet melintang pada salah satu ujung pipa dan pegang kuat-kuat, seperti ditunjukan pada gambar.

PERHATIAN: *Hati-hati jangan melepaskan peganganmu pada ujung yang diberi pita karet.*

5. Dekatkan pita karet yang telah direntangkan tersebut ke telingamu, dan petiklah. Dengarkan **nada yang berbeda (nada ganda)** yang ditimbulkan oleh **pita karet** (kegiatan no.2) dan **pipa** (kegiatan no.3) tersebut.
6. Kurangi pelan-pelan tegangan karet itu. Dengarkan nada karet itu berubah, tetapi nada pipa tetap.
7. Teruskan pengaturan tegangan karet itu, sehingga kamu hanya mendengar **nada tunggal** (nada pita karet dan pipa **sama**). Pada keadaan ini kamu akan medengar bunyi yang **lebih keras** dari sebelumnya. Dengar baik-baik bunyi ini.
8. Tukarkanlah pipamu dengan pipa kelompok lain dan ulangi percobaan ini.

Sumber: Dok. Penulis.

Analisis

1. Nada tunggal yang kamu dengarkan pada langkah 7 dan 8 adalah **nada resonansi**. *Panjang gelombang* nada resonansi tersebut sama dengan *dua kali panjang pipa* itu. **Hitung** panjang gelombang tersebut.
2. Misalkan cepat rambat bunyi di udara saat ini 344 m/s. Gunakan rumus

$$\textit{frekuensi} = \frac{\text{cepat rambat}}{\text{panjang gelombang}}$$

untuk menghitung frekuensi nada itu.
3. Berapa panjang gelombang dan frekuensi pada gelombang bunyi pipa kedua?

Menyimpulkan dan Menerapkan

4. Bagaimana hubungan panjang suatu pipa dengan frekuensi dan nada bunyi yang dihasilkannya?
5. Untuk menghasilkan berbagai macam nada, peniup seruling mengatur panjang pipa dengan menutup atau membuka lubang-lubang pada seruling itu. **Sebutkan** alat musik lain yang menggunakan panjang pipa untuk menghasilkan nada-nada musik.

Tabel Data dan Pengamatan

Panjang pipa	Panjang gelombang (m)	Frekuensi (Hz)	Nada yang terdengar

"Melihat" Gelombang Bunyi

Sumber: http://www..physicscurriculum.com.

Dalam **Kegiatan 10.3** kamu telah mendengar bunyi resonansi oleh pipa. Resonansi itu terjadi bila frekuensi bunyi bersesuaian dengan frekuensi resonansi pipa. Kejadian ini dapat divisualisasikan seperti gambar di samping. Gelombang bunyi dengan frekuensi yang dapat menghasilkan resonansi dengan pipa dilewatkan pada pipa. Pipa tersebut memiliki lubang-lubang yang dapat menyala. Jika kamu perhatikan, nyala api pada lubang-lubang itu akan membentuk pola nyala yang kuat dan lemah secara berselang-seling.

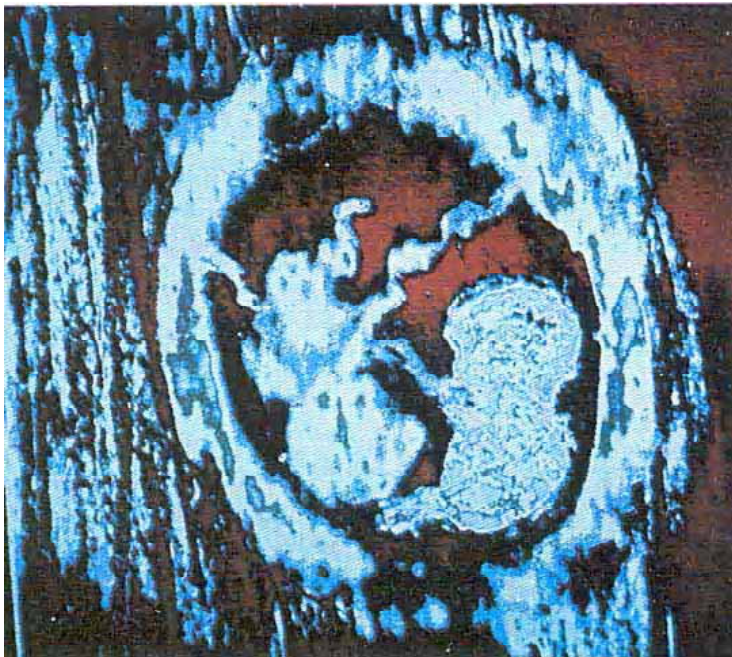
Pemanfaatan Bunyi

Kata-kata IPA
ultrasonik
ultrasonografi

Apabila kamu memikirkan pentingnya bunyi dalam hidupmu, berbagai macam pikiran boleh jadi muncul. Suara-suara sebagai bagian pergaulan sehari-hari dengan temanmu, hingar-bingar dan bisingnya perkotaan, kicauan burung di pedesaan, dan merdunya lagu yang kamu nikmati hanyalah sedikit contoh. Namun selain membuat hidup menjadi lebih menyenangkan, bunyi juga memiliki sejumlah pemanfaatan penting.

Dalam subbab sebelumnya kamu telah mempelajari salah satu pemanfaatan bunyi, yakni sonar. Masih ingatkah kamu akan kegunaannya? Sonar memanfaatkan gelombang ultrasonik, yakni gelombang bunyi yang frekuensinya lebih besar dari 20.000 Hz. Berikut ini kita akan membahas beberapa pemanfaatan bunyi yang lain.

Melihat dengan Bunyi

Suatu teknik yang mirip dengan sonar digunakan dalam bidang kedokteran untuk mendiagnosis masalah kesehatan. Gelombang ultrasonik diarahkan ke dalam tubuh. Gelombang itu dipantulkan oleh organ-organ di dalam tubuh, misal nya organ dan tulang. Gelombang

Sumber: Bakalian, et al., 1994

Gambar 10.37
Si kembar ini telah diambil gambarnya, walaupun mereka belum lahir. Gelombang ultrasonik memungkinkan dokter mengamati perkembangan janin yang belum lahir, di samping kondisi struktur di dalam tubuhnya.

pantul itu kemudian dideteksi. Dengan menggunakan teknik ini pertumbuhan yang tidak normal dapat ditemukan. Teknik ini dikenal dengan nama *ultrasonografi*.

Bayangan seperti hasil sinar-X dihasilkan selama proses ini. Namun tidak seperti sinar-X, yang hanya menghasilkan satu gambar untuk tiap pemotretan, ultrasonografi dapat dipergunakan secara terus menerus mirip dengan video. Hal ini berguna untuk memperlihatkan gerakan dalam tubuh. Mungkin kamu pernah melihat gambar pertumbuhan janin dengan teknik ultrasonografi, seperti **Gambar 10.37.** Dokter mengamati gerakan janin itu pada layar serupa TV selama beberapa menit. Ultrasonografi memiliki keunggulan karena gelombang ultrasonik tidak mempengaruhi sel-sel tubuh.

Menghindari Pembedahan dengan Ultrasonik

Kadang-kadang endapan kalsium oksalat terbentuk dalam ginjal. Endapan ini biasa disebut batu ginjal. Operasi bedah ginjal merupakan pilihan utama untuk mengambil batu ginjal itu. Namun gelombang ultrasonik yang diarahkan pada batu ginjal tersebut seringkali dapat memecahkan batu itu tanpa pembedahan. Pecahan-pecahan batu itu selanjutnya dapat keluar secara alami bersama air seni. Perlakuan yang sama dapat dikenakan pada batu empedu. Pasien yang berhasil ditangani dengan cara ini lebih cepat sembuh dibandingkan dengan cara pembedahan.

Pembersih Ultrasonik

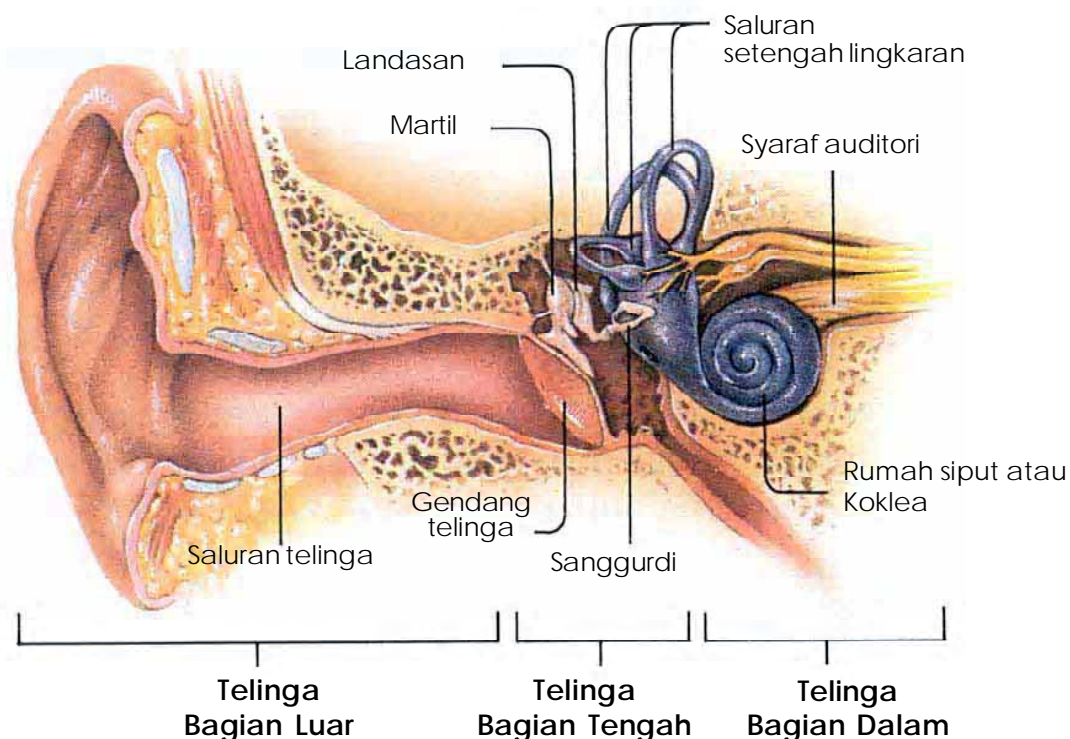
Benda-benda tertentu, seperti permata dan komponen elektronik, terlalu lembut untuk dibersihkan dengan sikat atau sabun. Herankah kamu bila mengetahui bahwa kamu dapat membersihkan benda-benda itu dengan bunyi? Gelombang ultrasonik dapat digunakan untuk membersihkan permata, komponen elektronik, dan bagian-bagian mesin yang halus. Perhatikan **Gambar 10.38.** Untuk melakukan hal ini, benda tersebut dimasukkan ke dalam cairan pembersih yang lembut. Gelombang bunyi selanjutnya diarahkan ke dalam cairan itu, menyebabkan cairan itu bergetar dengan intensitas yang besar. Getaran ini akan merontokkan kotoran yang menempel pada benda itu tanpa merusaknya.

Sumber: http://www.villageanimal.net.

Gambar 10.38
Alat pembersih ultrasonik.

Pengayaan
Pendengaran Manusia

Detektor bunyi, seperti mikropon, menangkap dan mengubah energi kinetik dari gerak partikel dalam gelombang bunyi menjadi bentuk energi lain, biasanya energi listrik. Telingamu merupakan suatu detektor bunyi yang canggih. Telinga itu peka terhadap suatu rentang intensitas dan frekuensi bunyi. Telinga manusia seperti tampak pada **Gambar 10.39,** memiliki tiga bagian: telinga bagian luar, telinga bagian tengah, dan telinga bagian dalam**.**

Bagaimana kamu dapat mendengar? Pendengaran dimulai pada saat gelombang bunyi memasuki telinga bagian luar. Telinga bagian luar berlaku seperti corong untuk gelombang bunyi itu. Gelombang tersebut merambat melalui saluran telinga hingga mengenai *gendang telinga*, yang merupakan selaput tipis liat. Getaran partikel-partikel udara menyebabkan gendang ini bergetar.

Sumber: Bakalian, et al., 1994

Gambar 10.39
Telinga manusia terdiri dari telinga bagian luar, telinga bagian tengah, dan telinga bagian dalam. *Bagian manakah yang bergetar dan melipatgandakan gaya dan tekanan dari gelombang-gelombang bunyi?*

Getaran dari gendang telinga masuk **telinga bagian tengah.** Telinga bagian tengah itu berisi tiga tulang terkecil dalam tubuh manusia. Gendang telinga menggetarkan tiga tulang tersebut. Ketiga tulang itu adalah *martil, landasan,* dan *sanggurdi*. Tulang-tulang ini berfungsi sebagai sistem pengungkit yang melipatgandakan gaya dan tekanan gelombang bunyi. Tiga tulang tersebut meneruskan getaran bunyi ke telinga bagian dalam.

Telinga bagian dalam berisi rumah siput yang berisi cairan. Sel-sel rambut yang kecil di dalam rumah siput bergetar menyebabkan impuls-impuls syaraf dikirim ke otak melalui syaraf auditori. Kerusakan pendengaran yang disebabkan oleh bunyi keras tiba-tiba atau terus-menerus umumnya diakibatkan kerusakan pada bagian sel-sel seperti rambut yang kecil ini. Apakah kamu senang mendengarkan musik keras-keras? Ingat, bunyi-bunyi keras dapat mengakibatkan kerusakan pendengaran selamanya.

Intisari Subbab

1. Paparkan paling sedikit tiga pemanfaatan teknologi ultrasonik.
2. Bagaimanakah bayangan organ di dalam tubuhmu dapat dibuat dengan menggunakan gelombang bunyi?

Ultrasonografi memungkinkan para orang tua melihat bayi mereka untuk pertama kali. Dalam Jurnal IPA-mu, tulislah hal-hal yang mungkin dapat kamu pelajari dari ultrasonografi, dan tulislah sebuah karangan tentang bagaimana perasaan orang tua pada saat melihat bayi mereka untuk pertama kali.

Pemilihan Teknologi

Misalkan salah satu anggota keluargamu diketahui menderita batu empedu yang cukup besar dan memerlukan operasi. Jika sama-sama tersedia di rumah sakit, manakah yang kamu pilih: melalui operasi ataukah memilih teknologi ultrasonik? Pikirkan faktor-faktor apa saja yang mempengaruhi pilihanmu itu.

Rangkuman

A. Getaran

1. Benda yang bergetar ditandai oleh adanya gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan. Gerak bandul ayunan dan gerak beban pada pegas merupakan contoh-contoh benda yang bergetar.
2. Energi sebuah getaran ditunjukkan oleh amplitudo getaran itu. Semakin besar amplitudo sebuah getaran menunjukkan energi getaran itu semakin besar.
3. Selain dicirikan oleh energi, getaran juga dicirikan oleh periode dan frekuensi.
4. Benda yang bergetar dapat menyebabkan benda lain di sekitarnya turut bergetar dengan frekuensi yang sama. Peristiwa ini disebut resonansi.
5. Periode sebuah ayunan tetap besarnya, walaupun amplitudonya berubah. Berdasarkan kenyataan ini maka ayunan digunakan untuk penunjuk waktu.

B. Gelombang

1. Gelombang memindahkan energi getaran dari satu tempat ke tempat lain. Medium gelombang tidak ikut berpindah, hanya bergetar di sekitar titik kesetimbangannya saat gelombang melintas.
2. Berdasarkan perlunya medium untuk dilalui gelombang, gelombang dapat digolongkan menjadi gelombang mekanik dan elektromagnetik. Gelombang dapat pula digolongkan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal bila didasarkan arah getar terhadap arah rambat gelombang itu. arah getar gelombang searah dengan arah rambatnya.
3. Jika cepat rambat suatu gelombang tetap, pada saat frekuensi meningkat, panjang gelombang menurun dan sebaliknya.

C. Bunyi

1. Bunyi berasal dari getaran yang dipindahkan melalui medium dalam suatu rangkaian renggangan dan rapatan (gelombang longitudinal).
2. Nada suatu bunyi menjadi lebih tinggi bila frekuensinya meningkat. Kuat bunyi bunyi meningkat apabila amplitudo gelombang bunyi membesar.
3. Bunyi ultrasonik mempunyai beberapa kegunaan, misalnya dalam teknologi sonar dan ultrasonografi.

Evaluasi

Gelombang

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

a. amplitudo
b. gelombang longitudinal
c. puncak
d. frekuensi
e. getaran
f. medium
g. energi
h. gelombang transversal
i. lembah
j. gelombang
k. panjang gelombang
l. gelombang elektromagnetik

1. jarak antara titik-titik yang serupa pada dua gelombang yang berurutan.
2. arah getar sama dengan rambat gerak gelombang.
3. bahan yang dilalui gelombang.
4. dinyatakan dalam hertz.
5. titik paling tinggi dari suatu gelombang transversal.
10. jarak dari posisi diam medium ke lembah atau ke puncak gelombang.
7. yang dipindahkan gelombang.
8. dapat timbul dan bergerak dalam ruang hampa.
9. gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan.

Pengecekan Konsep

Pilih kata atau ungkapan yang dapat melengkapi kalimat berikut.

1. Semua gelombang membawa ... bergerak maju.
   a. materi
   b. energi
   c. materi dan energi
   d. medium
2. Suatu gelombang yang membawa jumlah energi besar akan selalu mempunyai ....
   a. amplitudo besar
   b. amplitudo kecil
   c. frekuensi tinggi
   d. panjang gelombang pendek
3. Frekuensi gelombang dinyatakan dalam ....
   a. hertz
   b. desibel
   c. meter
   d. meter/sekon
4. Kamu mengetuk sebuah pintu. Kamu menimbulkan getaran yang bergerak melalui ....
   a. zat padat
   b. zat cair
   c. hampa
   d. selain jawaban di atas
5. Untuk medium yang sama, ... gelombang yang melalui medium itu tetap.
   a. amplitudo
   b. frekuensi
   c. cepat rambat
   d. panjang gelombang
6. Gelombang elektromagnetik ....
   a. tidak memiliki panjang gelombang
   b. tidak memiliki frekuensi
   c. membutuhkan medium
   d. memindahkan energi
7. Contoh gelombang elektromagnetik adalah ....
   a. gelombang air
   b. gelombang cahaya
   c. gelombang pada tali
   d. gelombang bunyi

8. Simpangan maksimum suatu getaran atau gelombang ditentukan oleh ....
   a. panjang gelombangnya
   b. frekuensinya
   c. amplitudonya
   d. cepat rambat
9. Peristiwa saat gelombang mengenai permukaan disebut....
   a. pembalikan
   b. penambahan kelajuan
   c. perubahan frekuensi
   d. pemantulan

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah dalam bukumu.

10. Bagaimana menentukan amplitudo, frekuensi, dan panjang gelombang pada gelombang trasversal dan longitudinal?
11. Jelaskan bagaimana keterkaitan gelombang dengan energi dan getaran.
12. Apakah yang dimaksud dengan resonansi?
13. Sebuah getaran memiliki frekuensi 12 Hz. Berapakah periode getaran itu?
14. Sebuah ayunan melakukan 32 getaran dalam waktu 20 sekon. Berapakah frekuensinya?

Berfikir Kritis

15. Sebuah gempa bumi berasal dari batuan di bawah lautan Pasifik, menghasikan suatu gelombang pasang yang mengenai sebuah pulau yang jauh. Apakah air yang mengenai pulau itu sama dengan air yang ada di atas gempa itu? Jelaskan.
16. Dalam sistem komunikasi, satelit di atas bumi atau radio dan televisi di rumah-rumah digunakan untuk memancar-ulang gelombang elektromagnetik. Bagaimana proses tersebut terjadi?
17. Suatu gelombang mempunyai panjang gelombang 6 m dan cepat rambatnya 420 m/s. Berapakah frekuensinya?

Pengembangan Keterampilan

17. **Membuat hipotesis.** Buatlah sebuah hipotesis yang menjelaskan bagaimana periode getaran sebuah ayunan dipengaruhi oleh panjang talinya.
18. **Menghitung.** Lengkapilah tabel berikut ini:

Kelajuan (m/s)	Frekuensi (Hz)	Panjang gel. (m)
150	2,0	
	250	1,5
200		0,5
	200	1,0

Bunyi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata Kunci IPA berikut (tidak semua kata kunci digunakan) dengan pernyataan di bawahnya.

a. akustik
b. gelombang longitudinal
c. frekuensi
d. intensitas
e. getaran
f. kuat bunyi
g. medium
h. nada
i. resonansi
j. gaung
k. gelombang transversal
l. teknologi ultrasonik
m. gelombang

1. penggunaan gelombang bunyi berfrekuensi tinggi
2. ilmu tentang bunyi
3. materi bergetar dalam arah yang sama dengan arah gerak gelombang
4. tinggi rendahnya bunyi
5. materi yang dilalui rambatan gelombang
6. dinyatakan dalam hertz
7. tanggapan manusia pada intensitas bunyi

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau ungkapan yang dapat melengkapi kalimat berikut.

1. Bunyi bergerak sebagai ....
   a. gelombang transversal
   b. gelombang elekromagnetik
   c. gelombang cahaya
   d. gelombang longitudinal
2. Kelajuan bunyi paling cepat bila bunyi merambat dalam ....
   a. ruang hampa
   b. zat padat
   c. zat cair
   d. zat gas
3. Peningkatan kelajuan bunyi dapat disebabkan oleh meningkatnya ....
   a. suhu medium
   b. kerapatan medium
   c. amplitudo gelombang bunyi
   d. nada bunyi
4. Suatu bunyi dengan nada rendah selalu mempunyai ... rendah.
   a. amplitudo
   b. panjang gelombang
   c. frekuensi
   d. kecepatan gelombang
5. Kekerasan bunyi bergantung kepada ....
   a. frekuensi
   b. amplitudo
   c. panjang gelombang
   d. nada
6. Pada saat ... maka intensitas bunyinya menurun.
   a. kecepatan gelombang menurun.
   b. panjang gelombang menurun.
   c. amplitudo menurun.
   d. kualitas menurun.
7. Bunyi tidak dapat merambat melalui ....
   a. zat padat c. zat gas
   b. zat cair d. ruang hampa
8. Kamu mengetuk sebuah pintu. Kamu menimbulkan getaran yang bergerak melalui ....
   a. zat padat
   b. zat cair
   c. zat gas
   d. hampa
9. Penggunaan bunyi untuk mengukur jarak disebut ....
   a. sonar
   b. resonansi
   c. kloaka
   d. ultrasonografi
10. Perulangan bunyi yang terdengar bila bunyi dipantulkan oleh suatu permukaan disebut ....
    a. akustik
    b. nada
    c. gema
    d. resonansi.

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan di bawah dengan menggunakan kalimat yang lengkap.

11. Mengapa bunyi jam beker yang dimasukkan dalam bejana yang kedap udara menjadi lemah pada saat udara dikeluarkan dari bejana itu?
12. Bagaimana gema dipergunakan untuk mengukur jarak di bawah permukaan air?

Berfikir Kritis

13. Suatu gelombang bunyi mempunyai panjang gelombang 6 m dan kecepatanya 420 m/s. Berapakah frekuensinya?
14. Misalkan kamu sedang duduk di barisan belakang sebuah ruangan besar dan seseorang di panggung meneriakkan sebuah nada tinggi tepat pada saat orang di sebelahnya memukul drum besar. Bunyi manakah yang kamu dengar lebih dulu? Mengapa?

Pengembangan Keterampilan

15. **Hipotesis:** Bunyi merambat lebih lambat di udara pada tempat yang tinggi daripada pada tempat yang rendah. Rumuskan hipotesis untuk menjelaskan pengamatan ini.
16. **Penggunaan Bilangan**: Pelajari cepat rambat bunyi untuk berbagai medium pada suhu 25°C dalam tabel di bawah ini. Urutkan medium dalam memindahkan gelombang bunyi dari yang paling cepat ke yang paling lambat. Perkirakan berapa kali lebih cepat rambat bunyi didalam baja dibanding di udara?

Perpindahan Bunyi	
Zat	**Kelajuan Bunyi 25°C**
Udara	347 m/s
Batu	3650 m/s
Gabus	500 m/s
Air	1498 m/s
Baja	5200 m/s

17. **Menggunakan Tabel:** Kamu memulai bisnis pemotong rumput selama liburan. Pemotong rumputmu mempunyai taraf intensitas bunyi 100 dB. Dengan menggunakan tabel di bawah, tentukan berapa jam sehari kamu dapat memotong rumput halaman dengan aman? Jika kamu ingin bekerja dengan waktu yang lebih lama, apa yang dapat kamu lakukan untuk melindungi pendengaranmu? Jika keluargamu membeli pemotong rumput baru dengan tingkat intensitas bunyi 95 dB, bagaimana pengaruhnya terhadap bisnismu?

Rekomendasi Batas Kuat Bunyi	
Kuat Bunyi (dB)	Waktu yang diperbolehkan (jam)
90	8
95	4
100	2
105	1
110	0,5

18. **Membuat Grafik**. Dengan menggunakan data berikut ini, buatlah grafik yang menunjukkan bagaimana cepat rambat bunyi berubah dengan berubahnya suhu.

Suhu (dalam °C)	Cepat Rambat Bunyi (dalam m/s)
-10	325
0	331
10	337
20	343

Penilaian Kinerja

19. **Rancangan Percobaan:** Coba gunakan gulungan kardus untuk mengulangi prosedur yang digu-nakan dalam Kegiatan 10.3 untuk menentukan frekuensi alamiah tabung itu. Apakah kamu mendengar bunyi yang jelas? Jelaskan, mengapa ya atau tidak!
20. **Proyek:** Dengan menggunakan bahan-bahan yang kamu punyai di rumah, buat sebuah instrumen musik. Mainkan instrumen musikmu untuk teman sekelasmu dan jelaskan bagaimana kamu dapat mengubah nada instrumenmu.

BAB 11

Cahaya dan Alat Optik

A. Sifat-Sifat Cahaya

B. Cermin dan Lensa

C. Alat-Alat Optik

Peta Konsep

Peta Konsep Cahaya k

- cahaya *dari* sumber *mengenai* penghalang *membentuk* bayang-bayang
- cahaya *memiliki* cepat rambat *besarnya berqantunq* medium
- cahaya *dapat mengalamı* pemantulan dan pembiasan
  - pemantulan *misalnya pada* cermin *ada yang* datar, cekung, cembung
  - pembiasan *misalnya pada* lensa *ada yang* cekung, cembung
  - datar, cekung, cembung *dapat menghasilkan* bayangan *ada yang* nyata, maya

Peta Konsep Alat Optik
Alat Optik
misalnya
kamera
cara kerja serupa
mata
lup
mikroskop
teleskop
menggunakan
lensa cembung
sifat bayangan
nyata terbalik diperkecil
dapat mengalami
rabun dekat
rabun jauh
ditolong dengan
kacamata positif
ditolong dengan
kacamata negatif
berfungsi sebagai
kaca pembesar
menggunakan
satu lensa cembung
berfungsi untuk
mengamati benda renik
menggunakan
dua lensa cembung
berfungsi untuk
mengamati benda jauh
dibedakan
teleskop bias
teleskop pantul
menggunakan
dua lensa cembung
menggunakan
1 cermin cekung
1 cermin datar
1 lensa positif

BAB 11

Cahaya dan Alat Optik

Cahaya dapat kita temui dimana-mana. Tetapi apakah cahaya itu? Cahaya menunjukkan beberapa sifat tertentu yang mirip dengan sifat gelombang. Cahaya memantul dengan cara yang sama seperti gelombang memantul. Pada bab ini kamu juga akan mengamati beberapa sifat lain gelombang yang dimiliki cahaya, misalnya pembiasan dan dispersi. Kamu juga akan mempelajari bagaimana mekanisme pemantulan cahaya pada cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung. Selain itu, kamu juga akan mempelajari bagaimanakah pembentukan bayangan karena pembiasan cahaya pada lensa cekung dan lensa cembung. Kamu diharapkan dapat memanfaatkan berbagai aturan pemantulan dan pembiasan cahaya dalam kehidupan sehari-hari. Selain itu, fenomena pemantulan dan pembiasan ini bermanfaat untuk merancang alat-alat optik, misalnya pada lup, kamera, mikroskop, dan teropong.

Kegiatan Penyelidikan

Mengamati Warna Cahaya

Pada bagian ini kalian akan mempelajari bagaimana cahaya dapat dipecah. Untuk itu kamu dapat menggunakan *compact disc* (CD).

1. Arahkan bagian CD yang tidak tertutup label ke suatu sumber cahaya. Kalian dapat menggunakan lampu atau matahari
2. Amati pola-pola warna yang dipantulkan oleh bagian CD tersebut

Jurnal IPA

Diskusikan dengan temanmu munculnya pola pola warna pada permukaan CD

Sifat-sifat Cahaya A

Amatilah alam sekitarmu. Langit cerah berwarna biru, sawah hijau kekuning-kuningan, serta bunga beraneka warna. Tahukah kamu, bahwa kamu dapat melihat semua itu karena adanya sesuatu di alam ini yang disebut cahaya.

Mungkin pernah terjadi suatu malam lampu di rumahmu padam. Dapatkah kamu melihat benda-benda di sekitarmu? Apa yang harus kamu lakukan agar benda-benda di sekitarmu itu dapat terlihat kembali? Lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.1** untuk menyelidiki apa yang terjadi pada dirimu jika tidak ada cahaya yang dapat ditangkap oleh matamu.

Kata-kata IPA
cahaya
bayang-bayang
pemantulan
pembiasan
indeks bias
dispersi cahaya

Lab Mini 11.1

Akan Seperti Apakah Jadinya?

Apa yang terjadi seandainya kamu tidak dapat melihat? Kegiatan ini akan memberimu pengalaman seperti apakah jadinya seandainya kamu tidak dapat melihat.

1. Dengan dibantu teman pasanganmu, tutuplah matamu dengan kain.
2. Mintalah temanmu untuk menuntunmu berkeliling ruangan kelas sehingga kamu tidak menabrak benda. Ingatlah untuk berkonsentrasi kemana kamu melangkah.

Sumber: Dok. Penulis

Analisis

Dalam Jurnal IPA-mu tulislah sebuah paragraf tentang segala sesuatu yang kamu rasakan dan alami pada saat matamu ditutup rapat.

Sudah sejak lama manusia menemukan bahwa api dapat menghasilkan cahaya. Selanjutnya ditemukan obor, lilin, lampu minyak, sampai lampu listrik. Kita bahkan menggunakan baterai untuk menyimpan energi yang dapat menghasilkan cahaya pada lampu senter.

Alami atau buatan, cahaya mungkin merupakan suatu misteri bagimu. Kamu tidak dapat memegang cahaya. Cahaya tidak mempunyai wujud, namun cahaya ada di sekitarmu.

Kamu mungkin mengira tidak tahu banyak tentang cahaya. Itu tidak sepenuhnya benar. Sebab cahaya memiliki beberapa sifat yang serupa dengan bunyi. Pada saat kamu mempelajari cahaya, perhatikan persamaan dan perbedaan antara cahaya dan bunyi. Sekarang, marilah kita pelajari sifat-sifat cahaya itu.

Cahaya Merambat Lurus

Dari sebuah sumber cahaya, seperti ditunjukkan **Gambar 11.1**cahaya merambat ke semua arah. Apabila medium yang dilalui cahaya itu serba sama, bagaimanakah rambatan cahaya itu? Untuk menyelidiki bagaimana cahaya merambat, lakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.2** seperti ditunjukkan **Gambar 11.2.**

Sumber: Bakalian et al., 1994.

Gambar 11.1
Sumber cahaya memancarkan cahaya ke segala arah.

Pernahkah kamu merasa takut dengan bayang-bayangmu sendiri? Pernahkah kamu membuat bayang-bayang di dinding dengan tanganmu? Mengapa bayang-bayang dapat terbentuk?

Bayang-bayang terjadi sebagai akibat cahaya merambat pada garis lurus. Hal ini tidak sulit untuk dipahami. Jika kamu menyalakan lampu senter dalam ruangan yang gelap,

Gambar 11.2
Cahaya lilin hanya akan terlihat apabila nyala lilin, kedua lubang pada kertas, dan mata berada pada satu garis lurus.

Sumber: Dok. Penulis

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 11.3
Keberadaan bayang-bayang merupakan bukti bahwa cahaya merambat lurus.

kamu melihat suatu berkas cahaya lurus. Jika sebuah benda memasuki berkas tersebut, maka benda tersebut menghalangi sebagian cahaya tersebut dan dihasilkan sebuah bayang-bayang. Cahaya tidak membelok di sekitar benda tersebut.

Bayang-bayang merupakan suatu daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya yang mengenai suatu permukaan. Kamu dapat melihatnya pada **Gambar 11.3.** Jika sumber cahaya cukup besar, bayang-bayang sering terdiri dari dua bagian. Apabila cahaya tersebut terhalang seluruhnya, terbentuklah **umbra**, yaitu bagian pertama bayang-bayang yang sangat gelap. Daerah di luar umbra menerima sebagian cahaya, terbentuklah **penumbra**, yaitu bagian kedua bayang-bayang yang terletak di luar umbra dan tampak berwarna abu-abu kabur, seperti **Gambar 11.4.**

Lab Mini 11.2

Bagaimana cahaya merambat?

Prosedur

1. Ambil sebuah lilin dan nyalakan lilin itu. Ambil pula dua lembar kertas karton.
2. Buatlah sebuah lubang kecil pada masing-masing karton itu. Kemudian lihatlah nyala lilin itu melalui kedua lubang karton.

Analisis

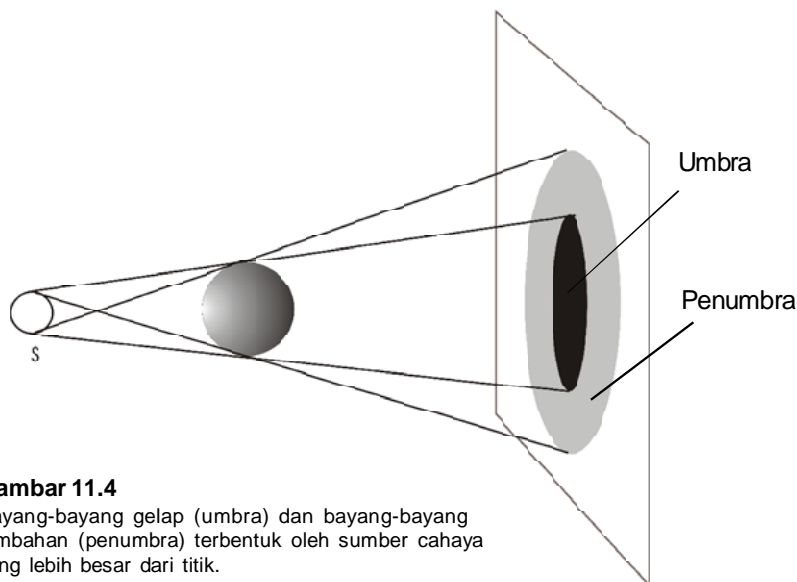
1. Apa yang harus kamu lakukan agar usahamu berhasil?
2. Berupa apakah lintasan

Lab Mini 11.3

Bayang-bayang
Prosedur
1. Dengan cahaya matahari atau sumber cahaya lain di belakangmu, amati bayang-bayangmu atau bayang-bayang benda lain.
2. Identifikasilah umbra dan penumbranya.

Analisis
1. Apakah akan terjadi perubahan bayang-bayang apabila jenis sumber cahaya berubah?

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

Gambar 11.5
Melihat bayanganmu sendiri di cermin merupakan contoh pemantulan cahaya. *Berapa kali cahaya dipantulkan ketika kamu menggunakan cermin?*

Gambar 11.4
Bayang-bayang gelap (umbra) dan bayang-bayang tambahan (penumbra) terbentuk oleh sumber cahaya yang lebih besar dari titik.

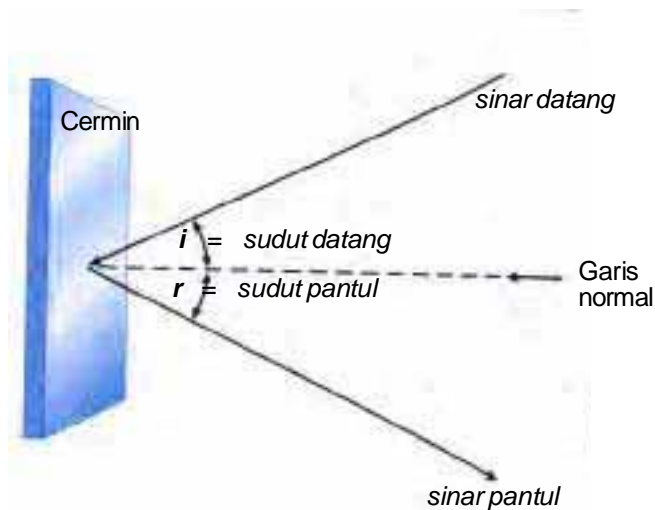
Sumber: Dok. Penulis

Pemantulan Cahaya

Sesaat sebelum kamu berangkat sekolah, kamu mungkin menyempatkan bercermin sejenak untuk melihat penampilanmu. Agar kamu dapat melihat bayanganmu di cermin, cahaya harus terpantul darimu, mengenai cermin, dan dipantulkan kembali oleh cermin ke dalam matamu. Pemantulan cahaya terjadi ketika cahaya mengenai suatu benda dan dipantulkan oleh benda tersebut. **Gambar 11.5** menunjukkan sebuah contoh pemantulan. Lakukan kegiatan Lab. Mini 11.3.

Hukum Pemantulan

Perhatikan **Gambar 11.6.** Berkas sinar yang mengenai cermin disebut sinar datang. Sedangkan berkas sinar yang meninggalkan cermin disebut sinar pantul. Sebuah garis putus-putus yang digambar tegak lurus permukaan cermin disebut garis normal. Sudut yang dibentuk oleh sinar datang dan garis normal disebut sudut datang, yang dilambangkan dengan *i*. Sedangkan sudut yang dibentuk oleh sinar pantul dan garis normal disebut sudut pantul, yang dilambangkan dengan *r*.

Hukum pemantulan menyatakan bahwa *sudut datang sama dengan sudut pantul*. Setiap cahaya yang dipantulkan, apakah dipantulkan dari sebuah cermin, aluminium foil, atau bulan mengikuti hukum pemantulan tersebut.

Gambar 11.6
Setiap cahaya yang dipantulkan oleh benda mengikuti hukum pemantulan.

Pemantulan teratur

Permukaan halus

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.7
Jalan sinar pada pemantulan teratur.

Jenis Pemantulan

Mengapa kamu dapat melihat pantulanmu atau bayanganmu pada cermin? Mengapa kamu tidak dapat melihat pantulanmu atau bayanganmu pada dinding? Pada kedua kasus tersebut cahaya dipantulkan dari suatu permukaan. Jawabannya terletak pada bagaimana cahaya itu dipantulkan. **Jenis permukaan yang dikenai cahaya menentukan jenis pemantulan yang dihasilkan**.

Cermin mempunyai permukaan halus. Semua sinar yang mencapai permukaan cermin datang dengan sudut yang sama sehingga sinar itu juga dipantulkan pada sudut yang sama. Jenis pemantulan ini disebut **pemantulan teratur.** Ini serupa dengan bola yang memantul dari lantai datar , ditunjukkan **Gambar 11.7**

Permukaan suatu dinding tidak benar-benar halus. Ini mungkin mengherankan kamu karena boleh jadi kamu berpikir bahwa kebanyakan dinding memiliki permukaan halus. Jika kamu memperbesar permukaan suatu dinding, kamu akan melihat bahwa permukaan itu kasar dan tidak teratur.

Pemantulan baur

Permukaan tidak teratur

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.8
Jalan sinar pada pemantulan baur.

Karena permukaan dinding tidak halus, tiap-tiap sinar mencapai permukaan tersebut dengan sudut berbeda. Tiap-tiap sinar masih mematuhi hukum pemantulan. Sehingga, tiap-tiap sinar tersebut dipantulkan pada sudut yang berbeda. Jadi cahaya yang dipantulkan itu dihamburkan ke segala arah. Cahaya yang dipantulkan yang tersebar ke banyak arah yang berbeda dikarenakan suatu permukaan tidak teratur disebut pemantulan baur. **Gambar 11.8** memperlihatkan pemantulan baur.

Bakalian et al., 1994.

Gambar 11.9
Pemantulan dari permukaan air yang halus menghasilkan bayangan burung yang jelas. *Jenis pemantulan apakah yang dihasilkan ketika cahaya matahari mengenai gorilla di atas?*

Lab Mini 11.4

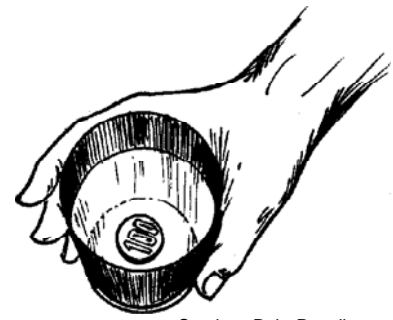
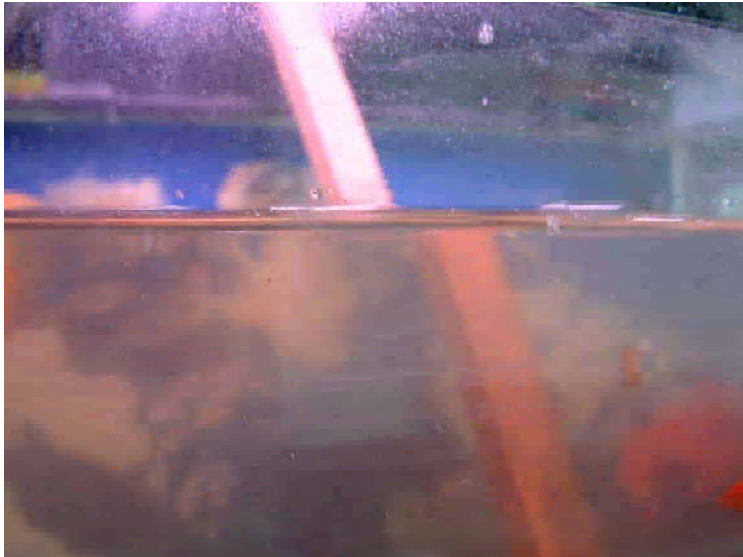
Penampakan Uang Logam
Prosedur
1. Letakkan uang logam pada dasar cangkir tidak tembus cahaya.
2. Melangkahlah mundur sampai titik tepat uang logam itu tidak tampak.
3. Mintalah temanmu menuangkan air pelan-pelan ke dalam gelas.

Analisis
1. Apa yang kamu amati? Jelaskan mengapa ini dapat terjadi.
2. Lukislah lintasan cahaya dari uang logam ke matamu setelah air dituangkan ke dalam cangkir.

Meskipun pemantulan baur tidak dikehendaki untuk melihat bayanganmu, pemantulan baur itu penting. Seandainya sinar matahari tidak dihamburkan ke segala arah oleh permukaan tidak rata dan partikel-partikel debu di udara, kamu hanya akan dapat melihat benda-benda yang terkena sinar matahari langsung. Segala sesuatu yang terlindung di bawah pohon atau berada di dalam rumah akan tidak terlihat karena berada dalam tempat gelap gulita. Di samping itu, cahaya sinar matahari akan begitu kuat sehingga kamu akan mengalami kesulitan dalam penglihatan. Kamu akan sulit melihat gorilla dalam **Gambar 11.9.**

Pembiasan Cahaya

Gelombang-gelombang cahaya normalnya merambat dalam garis lurus. Apabila gelombang-gelombang cahaya itu bergerak dari satu jenis zat ke jenis zat yang lain, seperti dari udara ke air, kecepatan gelombang cahaya itu berubah. Bagaimana arah rambat cahaya, apabila cahaya merambat dari satu jenis zat ke jenis zat lain, seperti dari udara menuju ke air?

Kamu akan mendapatkan keanehan jika melakukan kegiatan dalam **Lab Mini 11.4**, seperti yang ditunjukkan **Gambar 11.10**. Cahaya di dalam gelas terisi air dan uang logam pada Lab Mini 11.4 mengalami pembelokan.

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.10
Uang logam yang mula-mula tidak tampak, setelah gelas diisi air, uang logam itu menjadi tampak.

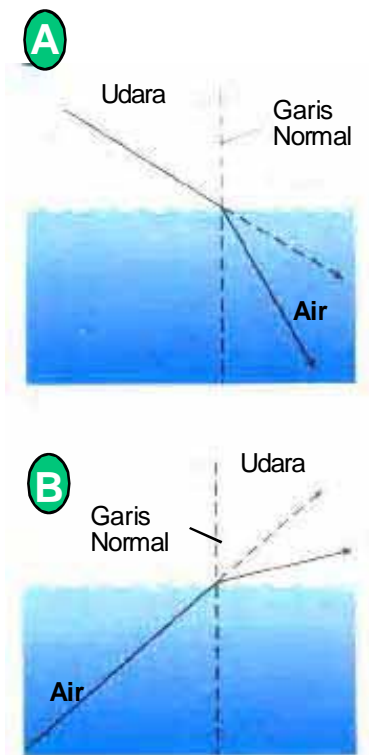
Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.11
Pembiasan menyebabkan tongkat di dalam akuarium itu kelihatan patah. *Mengapa hal ini terjadi?*

Pembelokan ini disebabkan cahaya itu merambat melewati zat-zat yang berbeda dan berubah kelajuannya. Pembelokan cahaya itu disebut pembiasan cahaya. **Pembiasan cahaya** adalah pembelokan gelombang cahaya yang disebabkan oleh suatu perubahan dalam kelajuan gelombang cahaya pada saat gelombang cahaya tersebut merambat dari satu zat ke zat lainnya.

Mengapa kamu dapat melihat kembali uang logam pada kegiatan dalam Lab Mini 11.3 setelah air dituangkan ke dalam gelas? Cahaya yang berasal dari uang logam berubah arah ketika cahaya itu merambat menuju matamu. Cahaya itu dibelokkan ketika cahaya itu melewati air menuju udara. **Gambar 11.11** menunjukkan suatu contoh pembiasan. Karena pembiasan, sebuah tongkat kelihatan bengkok atau patah ketika dicelupkan ke dalam air. Pembiasan juga menyebabkan ikan di dalam akuarium,

Sumber: Awater et al., 1995.

Gambar 11.12
Cahaya dibiaskan pada saat melewati air menuju ke udara. *Dimanakah kedudukan ikan sebenarnya?*

Sumber: Dok. Penulis.

Gambar 11.13
Kelajuan cahaya menjadi lambat dan dibiaskan mendekati garis normal pada saat menuju medium lebih rapat (A). Kelajuan cahaya bertambah saat cahaya menuju ke medium kurang rapat dan dibiaskan menjauhi garis normal (B).

seperti ditunjukkan **Gambar 11.13** tampak lebih dekat ke permukaan. Demikian juga halnya uang logam, pada **Gambar 11.11**, akan tampak lebih terangkat atau lebih dekat ke permukaan sehingga terlihat oleh mata kamu.

Gambar 11.13A menunjukkan bahwa cahaya dibiaskan atau dibelokkan mendekati garis normal. Hal ini terjadi karena laju cahaya di air lebih kecil daripada laju cahaya di udara. Kelajuan cahaya akan berkurang ketika cahaya merambat dari medium kurang rapat menuju medium lebih rapat. Misalnya, dari udara menuju air.

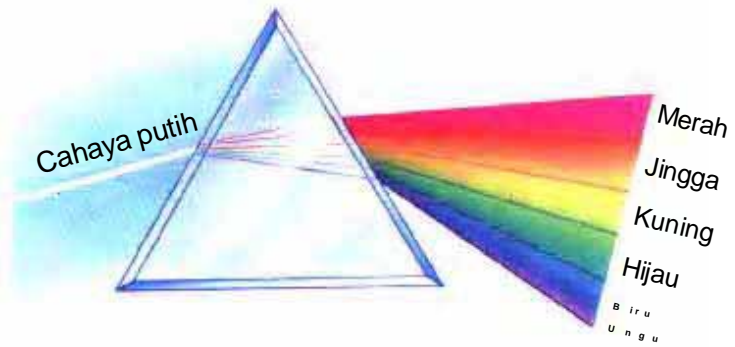
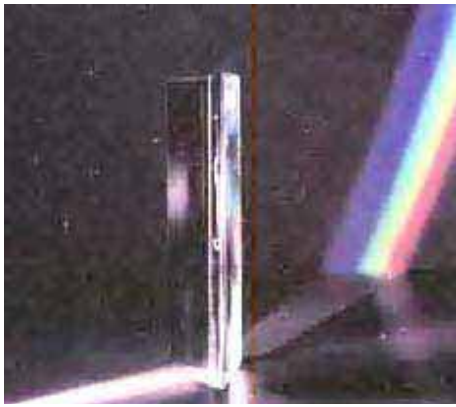
Gambar 11.13B menunjukkan bahwa cahaya dibiaskan menjauhi garis normal. Hal ini terjadi karena laju cahaya di udara lebih besar daripada laju cahaya di air. Kelajuan cahaya akan bertambah jika cahaya merambat dari medium lebih rapat menuju medium kurang rapat. Misalnya, dari air menuju udara.

Indeks Bias

Setiap medium mempunyai suatu indeks bias tertentu, yang merupakan suatu ukuran seberapa besar suatu bahan membiaskan cahaya. **Indeks bias** suatu zat adalah perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tersebut. Kelajuan cahaya di udara selalu lebih besar daripada di dalam zat lain. Oleh karena itu, indeks bias zat selain udara selalu lebih besar daripada satu. Semakin besar indeks bias suatu zat, semakin besar cahaya dibelokkan oleh zat tersebut.

Besarnya pembiasan juga bergantung pada panjang gelombang cahaya. Dalam spektrum cahaya tampak, panjang gelombang cahaya bervariasi dari gelombang merah yang terpanjang sampai gelombang ungu yang terpendek.

Dispersi Cahaya

Pernahkah kamu melihat pelangi di langit? Apakah warna-warna dalam pelangi tersebut? Bagaimanakah terjadinya warna-warna dalam pelangi itu? Jika kamu pernah melihat pelangi, berarti kamu pernah melihat suatu contoh peristiwa dispersi cahaya. **Dispersi cahaya** merupakan peristiwa terurainya cahaya putih menjadi warna-warna spektrum.

Sumber: cf. Bakalian et al., 1995.

Gambar 11.14
Cahaya putih diuraikan menjadi warna-warna pelangi pada saat cahaya putih melalui sebuah prisma.

Gambar 11.14 menunjukkan apa yang terjadi ketika cahaya putih melalui sebuah prisma. Prisma segitiga membiaskan cahaya dua kali. Pertama, pada saat cahaya masuk ke dalam prisma dan kedua pada saat cahaya keluar dari prisma dan keluar ke udara. Oleh karena cahaya dengan panjang gelombang lebih pendek dibiaskan lebih besar daripada cahaya dengan panjang gelombang lebih panjang, maka warna ungu dibelokkan paling besar. Warna cahaya manakah yang kamu harapkan dibelokkan paling kecil? Sebagai hasil dari pembiasan yang berbeda-beda tersebut, warna-warna yang berbeda dipisahkan ketika warna-warna tersebut keluar dari prisma.

Apakah cahaya yang meninggalkan prisma mengingatkan kamu pada sebuah pelangi? Sama halnya dengan prisma, titik-titik hujan juga membiaskan cahaya. Pembiasan cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda dapat menyebabkan cahaya putih dari matahari terurai menjadi warna-warna tunggal spektrum cahaya tampak.

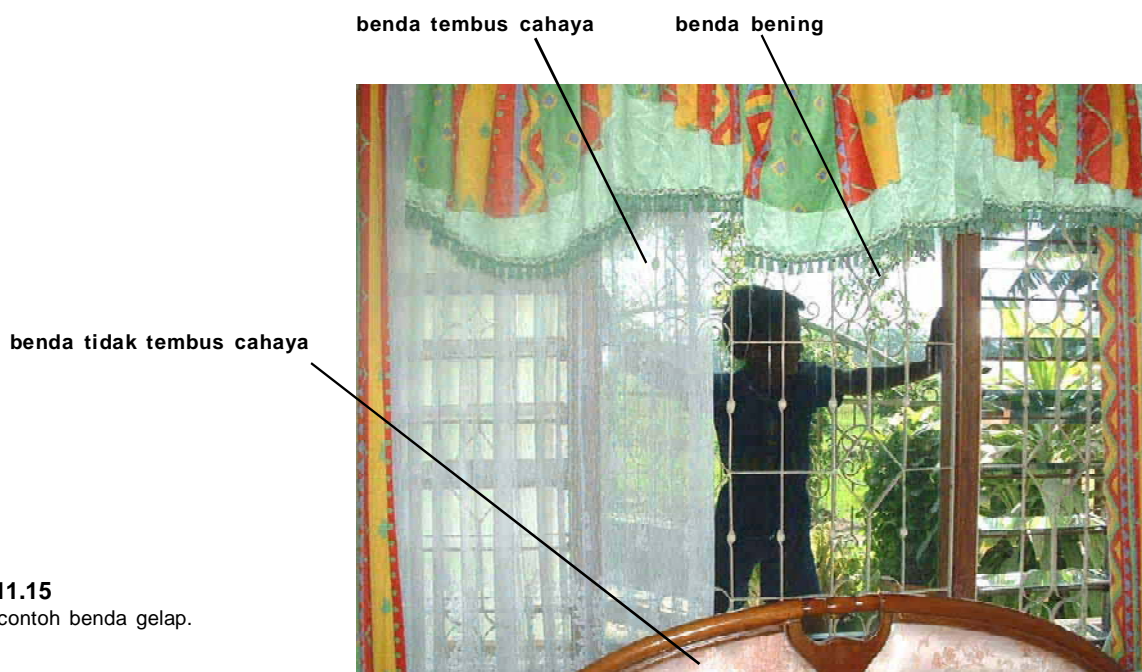
Isac Newton mengemukakan bahwa sesungguhnya cahaya putih mengandung semua dari tujuh warna yang terdapat pada pelangi. Berdasarkan urutan penurunan panjang gelombang, maka warna-warna yang seharusnya kamu lihat pada pelangi adalah merah, jingga, kuning, hijau, biru, nila, dan ungu.

Benda-benda Gelap

Tidak semua benda yang tampak oleh kita memancarkan cahaya sendiri. Benda-benda yang memancarkan cahaya sendiri disebut sumber cahaya. Sangat sedikit benda yang memancarkan cahaya sendiri. Dapatkah kamu menyebutkan beberapa contoh benda yang memancarkan cahaya sendiri?

Sebagian besar benda-benda yang terdapat di sekitar kita tidak memancarkan cahaya sendiri. Benda-benda yang tidak memancarkan cahaya sendiri disebut benda gelap. Pada **Gambar 11.15** ditunjukkan beberapa contoh benda gelap. Berdasarkan kemampuan suatu benda untuk dilewati cahaya, benda gelap dapat dibedakan menjadi benda tidak tembus cahaya, benda bening, dan benda tembus cahaya.

Benda-benda gelap yang menghalangi cahaya untuk melewatinya disebut *opaque* atau **b**enda tidak tembus cahaya. Kayu, besi, dan sebagian besar bagian tubuhmu adalah opaque. Kayu, besi, dan sebagian besar tubuhmu itu memantulkan atau menyerap energi cahaya. Pada **Gambar 11.15**, tembok merupakan benda tidak tembus cahaya.

Benda-benda yang membiarkan cahaya melewatinya dengan mudah disebut *transparans* atau benda bening. Air, udara, dan beberapa jenis kaca meneruskan cahaya dan tidak menyerap cahaya. Pada **Gambar 11.15**, kaca merupakan benda bening.

Gambar 11.15
Beberapa contoh benda gelap.

Sumber: Dok. Penulis

Benda-benda yang membiarkan sebagian cahaya melewatinya, namun menyebarkan sebagian cahaya lainnya disebut *translusens* atau benda tembus cahaya. Kain korden yang tipis, seperti yang terlihat pada **Gambar 11.15,** dan beberapa jenis plastik merupakan contoh-contoh benda tembus cahaya.

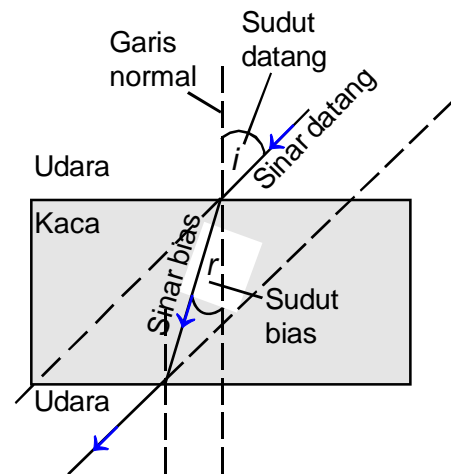
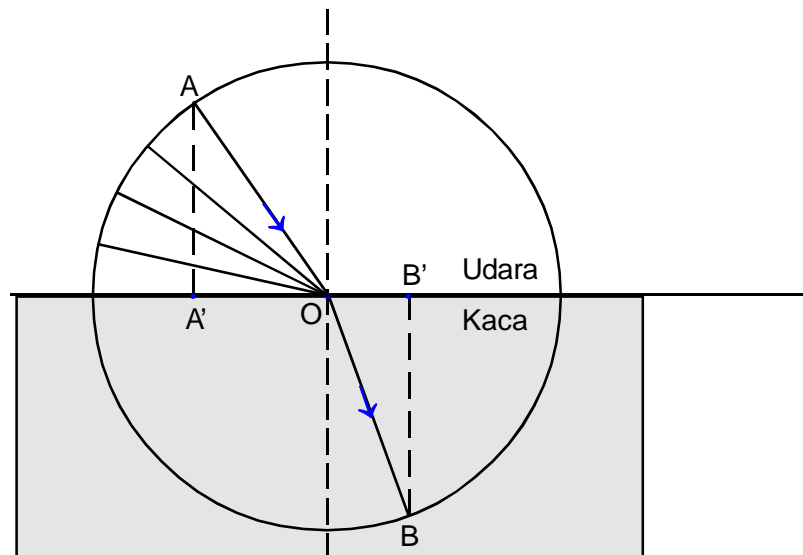
Hukum Pembiasan

Tentunya kamu sudah dapat menyebutkan contoh kejadian sehari-hari yang dapat dijelaskan dengan konsep pembiasan. Dasar kolam tampak lebih dangkal dari sebenarnya, sebatang pensil yang dicelupkan ke dalam air tampak bengkok, merupakan contoh kejadian sehari-hari yang berkaitan dengan terjadinya pembiasan cahaya.

Untuk memahami tentang pembiasan cahaya, kamu dapat melakukan kegiatan seperti dalam **Gambar 11.16.** Seberkas cahaya (sinar laser/kotak cahaya) arahkan ke permukaan kaca planparalel (lihat **Gambar 11.16**). Lakukan juga untuk berbagai sudut datang.

Bagaimanakah arah sinar yang merambat melalui kaca terhadap sinar datang dari kotak cahaya/sinar laser?

Ternyata, sinar dibelokkan pada saat mengenai bidang batas udara-kaca. Sinar datang dari udara dibiaskan dalam kaca mendekati garis normal. Buatlah sebuah lingkaran dengan pusat pada bidang batas, tempat pertemuan sinar datang, sinar bias, dan garis normal, seperti ditunjukkan **Gambar 11.17.** Hitunglah Perbandingan proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias untuk berbagai sudut datang, misalnya A'O dibanding B'O, dan seterusnya. Bagaimanakah nilai perbandingan tersebut?

Berdasarkan kegiatan di atas, dapat disimpulkan bahwa: "Perbandingan proyeksi sinar datang dan proyeksi sinar bias pada perambatan cahaya dari satu medium ke medium lain merupakan bilangan tetap." Orang pertama yang menemukan bahwa terdapat perbandingan yang tetap antara proyeksi sinar datang dengan proyeksi sinar bias itu adalah seorang ilmuwan Belanda bernama Snellius. Oleh karena itu, pernyataan tersebut dikenal sebagai **hukum Snellius**. Perhatikan **Gambar 11.16** untuk memahami hukum Snellius.

Gambar 11.16
Sinar merambat dari udara ke kaca.

Gambar 11.17
Lintasan sinar berbagai sudut datang dari udara ke kaca.

Nilai perbandingan tersebut dikenal dengan nama **indeks bias**, dan dinyatakan dengan lambang n. Jadi, untuk sinar dari udara ke kaca, indeks bias kaca adalah:

$$n_{kaca} = \frac{A'O}{B'O}$$

Sinar datang masuk ke kaca, dibiaskan mendekati garis normal. **Sudut datang** adalah sudut yang dibentuk sinar datang dan garis normal. **Sudut bias** adalah sudut yang dibentuk sinar bias dengan garis normal.

Berdasarkan kegiatan di atas juga dapat disimpulkan bahwa:

(1) Jika sinar merambat dari zat optik kurang rapat ke zat optik lebih rapat, maka sinar dibiaskan mendekati garis normal. (2) Sebaliknya, jika sinar merambat dari zat optik lebih rapat ke zat optik kurang rapat, maka sinar dibiaskan menjauhi garis normal. (3) Sinar datang, garis normal, dan sinar bias terletak pada satu bidang datar.

Penggunaan Matematika

Hukum Pembiasan

Soal Contoh

1. **Sinar merambat dari udara ke air, dilukiskan seperti gambar berikut. Berdasarkan gambar tersebut, berapakah indeks bias air tersebut?**

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?
   Proyeksi sinar datang, A'O = 4 satuan
   Proyeksi sinar bias, B'O = 3 satuan
2. Apa yang ditanyakan?
   Indeks bias air, n_{air}.
3. Gunakan persamaan, n_{air}. = A'O/B'O
4. Penyelesaian,
   n_{air}. = A'O/B'O
   = 4/3

2. **Sinar merambat dari udara ke kaca, dilukiskan seperti pada gambar berikut.**

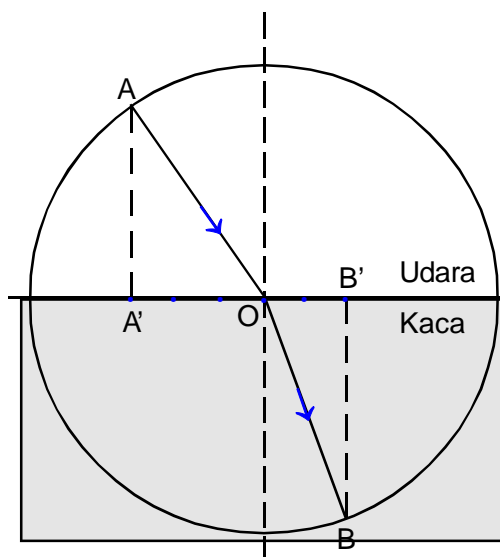
Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?
   Proyeksi sinar datang, A'O = 3 satuan
   Proyeksi sinar bias, B'O = 2 satuan
2. Apa yang ditanyakan?
   Indeks bias air, n_{kaca}.
3. Gunakan persamaan, n_{air}. = A'O/B'O
4. Penyelesaian,
   n_{air}. = A'O/B'O
   = 3/2

Lintasan sinar dari udara ke air.

Lintasan sinar dari udara ke kaca.

Soal Latihan

1. Sinar merambat dari udara ke suatu medium yang lebih rapat, dilukiskan seperti pada gambar berikut. Berapakah indeks bias medium tersebut?
2. Jika indeks bias suatu medium besarnya 5/3, bagaimanakah lintasan sinar jika merambat dari udara masuk ke dalam medium tersebut?

Intisari Subbab

1. Nyatakan hukum pemantulan.
2. Pada saat cahaya merambat dari udara masuk ke kaca dengan membentuk sudut tertentu, cahaya itu dibiaskan mendekati ataukah menjauhi garis normal?
3. Apakah yang dimaksud dengan indeks bias?
4. Warna cahaya apakah yang dibiaskan terbesar? dan warna cahaya apakah yang dibiaskan terkecil?
5. Jelaskan bagaimana bayang-bayang dapat terbentuk.
6. Mengapa kamu dapat melihat bayanganmu di danau dengan jelas pada hari tak berangin, namun kamu tidak dapat melihat bayanganmu pada hari berangin?
7. Jika kamu mendesain sebuah rumah bawah tanah, apakah yang akan kamu lakukan untuk memperoleh cahaya matahari masuk ke dalam ruangan?

Cermin dan Lensa

B

Kata-kata IPA
cermin datar
bayangan maya
cermin cekung
titik fokus
panjang fokus
bayangan nyata
cermin cembung
lensa cembung
lensa cekung

Pada Subbab E kamu telah mempelajari sifat-sifat cahaya, yaitu pemantulan dan pembiasan. Pemantulan terkait erat dengan cermin. Sedangkan pembiasan terkait erat dengan lensa. Pada Subbab F ini kamu akan mempelajari tentang cermin dan lensa.

Cermin

Cermin terbuat dari kaca yang salah satu permukaannya dilapisi dengan lembaran tipis aluminium atau perak. Cahaya yang mengenai cermin akan dipantulkan. Ada tiga jenis cermin, yaitu cermin datar, cekung, dan cembung.

Cermin Datar

Jenis cermin yang sering kamu gunakan untuk bercermin setiap pagi adalah sebuah cermin datar. **Cermin datar** adalah sepotong kaca datar yang dilapisi dengan bahan yang bersifat memantulkan cahaya pada salah satu permukaannya.

Pernahkah kamu melihat bayangan seluruh tubuhmu pada cermin datar? Apa yang kamu lihat pada saat kamu berdiri di depan cermin itu? Bayanganmu kelihatan tegak dengan ukuran yang sama dengan ukuranmu.

Sumber: Giancolli, 2005.

Gambar 11.18
Cermin datar membentuk bayangan tegak, mempunyai ukuran yang sama dengan benda, maya, dan berbalik sisi.

Gambar 11.18 menunjukkan bagaimana bayangan-mu terbentuk oleh cermin datar. Cahaya dari kamu menuju cermin dan dipantulkan kembali dari cermin ke matamu.

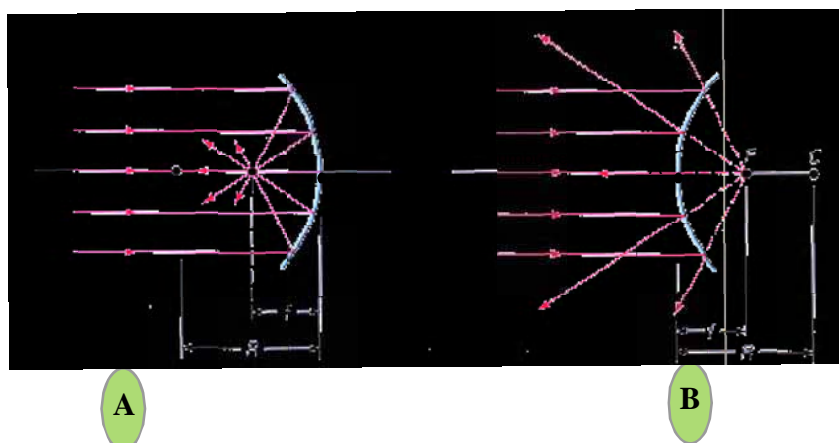
Bayanganmu tampak di belakang cermin karena kamu merasa cahaya yang dipantulkan itu seperti datang dari suatu tempat di belakang cermin. Bayangan itu disebut bayangan maya. Bayangan maya adalah suatu bayangan yang tidak dapat ditangkap dengan layar. Artinya apabila di belakang cermin itu diletakkan layar, pada layar itu tidak akan tampak bayangan tersebut. Hal ini dikarenakan cermin tersebut tidak tembus cahaya, dan tidak ada sinar cahaya di belakang cermin yang berasal dari kamu.

Cermin Cekung dan Cermin Cembung

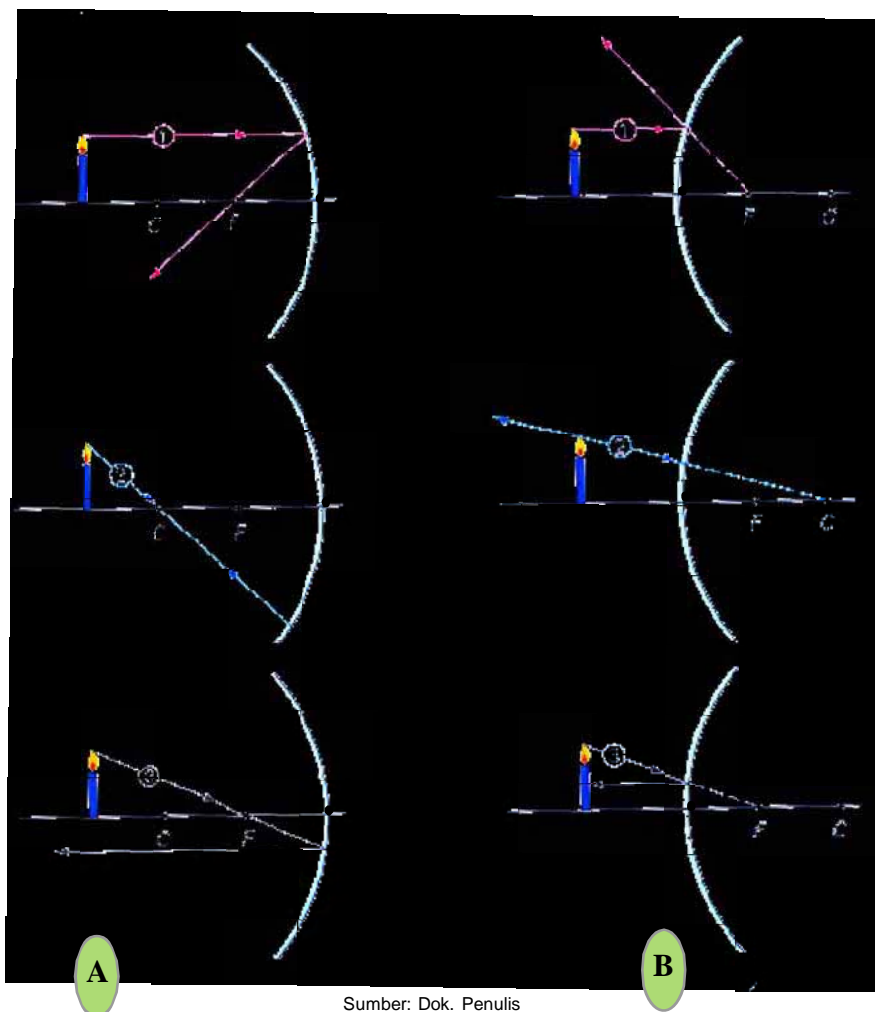
Cermin tidak selalu datar. Jika permukaan sebuah cermin melengkung ke dalam, cermin itu disebut cermin cekung **(Gambar 11.19A).** Jika permukaan sebuah cermin melengkung ke luar cermin itu disebut cermin cembung **(Gambar 11.19B).** Cermin cekung dan cermin cembung masing-masing memiliki tiga titik penting, yaitu titik fokus F, titik pusat kelengkungan C, dan titik pusat optik A. Kedua cermin tersebut memiliki sumbu utama atau sumbu optik, yaitu garis lurus yang ditarik melalui ke tiga titik tersebut. CA adalah jari-jari cermin (R) dan titik F berada di tengah-tengah CA. Oleh karena itu, CF = FA. FA adalah panjang fokus (f).

Bayangan yang dihasilkan cermin cekung dan cermin cembung dapat diperoleh dengan meng-gambar tiga sinar istimewa. Ketiga sinar tersebut ditandai dengan 1, 2, dan 3 pada **Gambar 11.20A** dan **Gambar 11.20B**. Sinar 1 yang datang sejajar dengan sumbu cermin dipantulkan melalui

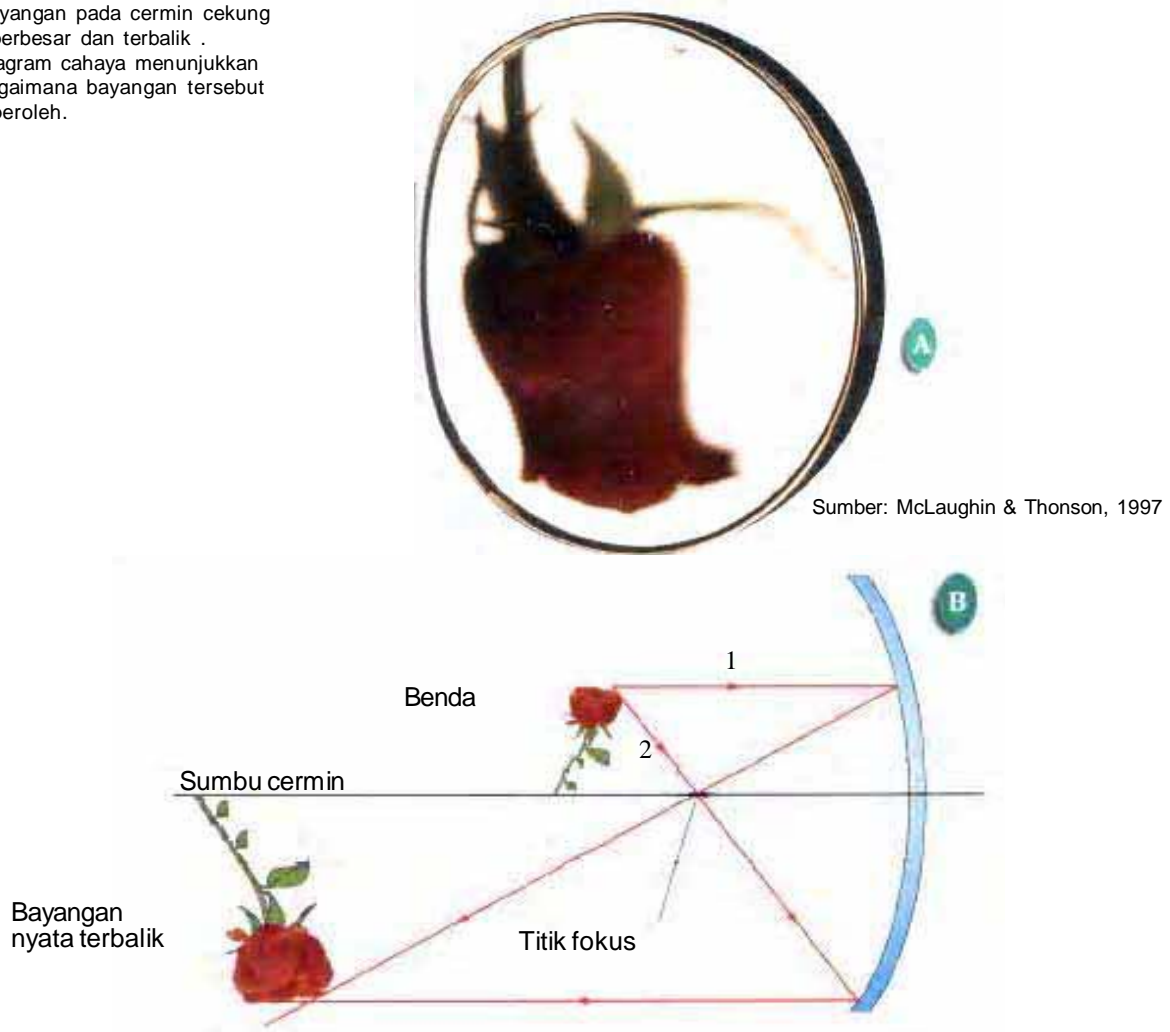
Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.19
Sinar-sinar datang paralel dengan sumbu cermin dari sebuah cermin cekung dipantulkan memusat pada titik fokus F (A). Sinar-sinar datang paralel dengan sumbu cermin dari sebuah cermin cembung dipantulkan menyebar seperti berasal dari titik fokus F di belakang cermin tersebut (B).

titik fokus F untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** atas, dan dipantulkan seperti datang dari titik fokus internal untuk cermin cembung, **Gambar 11.20B** atas. Sinar 2 yang datang melalui titik pusat kelengkungan cermin C dipantulkan kembali sepanjang jalan yang sama pada saat datang untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** tengah**,** dan tampak seperti dipantulkan dari titik pusat kelengkungan internal C untuk cermin cembung, **Gambar 11.20B** tengah**.** Sinar 3 yang datang melalui titik fokus F dipantulkan sejajar dengan sumbu cermin untuk cermin cekung, **Gambar 11.20A** bawah, dan sinar 3 yang datang ke arah titik fokus internal cermin cembung F dipantulkan sejajar dengan sumbu cermin, **Gambar 11.20B** bawah.

Bunga pada **Gambar 11.20A** dipantulkan oleh sebuah cermin cekung. Cermin cekung menghasilkan bayangan yang berbeda dengan bayangan yang dihasilkan oleh cermin datar. Bayangan yang dibentuk bergantung pada letak benda di depan cermin tersebut. Untuk lebih memperjelas lakukan kegiatan pada Lab. Mini 11.5.

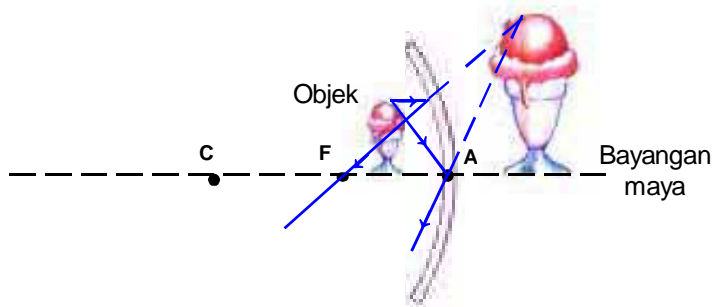
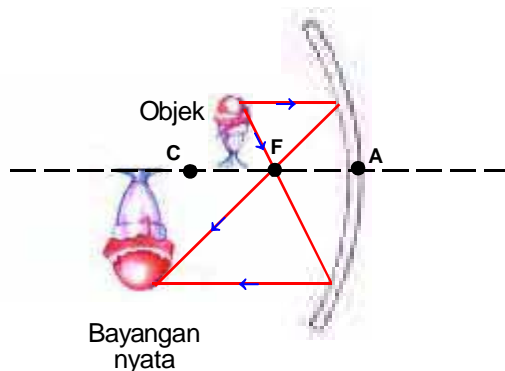
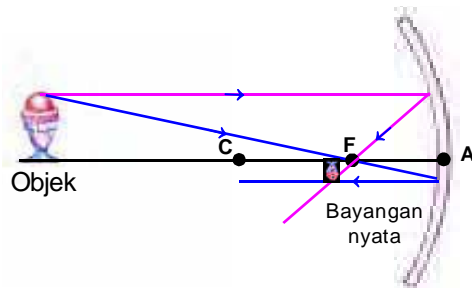
Sumber: Dok. Penulis

ambar 11.20
ga sinar istimewa pada
rmin cekung (A).
ga sinar istimewa pada cermin
mbung (B).

Gambar 11.20

A. Bayangan pada cermin cekung diperbesar dan terbalik .
B. Diagram cahaya menunjukkan bagaimana bayangan tersebut diperoleh.

Gambar 11.20 B memperlihatkan salah satu cara pembentukan bayangan pada cermin cekung. Sinar 1 yang sejajar dengan sumbu optik dipantulkan melalui titik fokus**.** Sinar 2 melalui titik fokus dipantulkan sejajar sumbu optik. Perpotongan sinar-sinar pantul itu menghasilkan bayangan nyata terbalik. Bila kamu meletakkan layar tepat pada tempat bayangan tersebut, maka bayangan tersebut akan tampak pada layar.

Gambar 11.21 memperlihatkan bayangan yang dihasilkan oleh benda yang diletakkan pada berbagai tempat di depan cermin cekung. Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di antara puncak cermin (A) dan titik fokus (F) adalah maya, tegak, dan diperbesar **(Gambar 11.21A).** Pada **Gambar 11.21A** sinar yang datang menuju puncak cermin A tersebut dipantulkan dengan sudut pantul sama dengan sudut datang. Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di antara titik fokus (F) dan titik pusat keleng-kungan cermin (C) adalah nyata, terbalik, dan

diperbesar **(Gambar 11.22B)**. Bayangan yang dihasilkan oleh benda yang berada di belakang titik pusat kelengkungan cermin (C) adalah nyata, terbalik, dan diperkecil **(Gambar 11.22C)**.

Apa yang terjadi jika kamu menempatkan sebuah benda tepat pada titik fokus cermin cekung? **Gambar 6.22** memperlihatkan bahwa jika benda diletakkan pada titik fokus, maka cermin memantulkan semua sinar cahaya secara sejajar dengan sumbu cermin. Tidak ada bayangan yang dapat dilihat karena sinar-sinar itu tidak berpotongan.

A Benda terletak di antara puncak cermin dan titik fokus

B Benda terletak di antara titik fokus dan titik pusat kelengkungan cermin

C Benda terletak di belakang titik pusat kelengkungan cermin

Lab Mini 11.5

Apa yang terjadi terhadap bayangan benda pada cermin cekung ketika jarak benda terhadap cermin itu diu-bah?

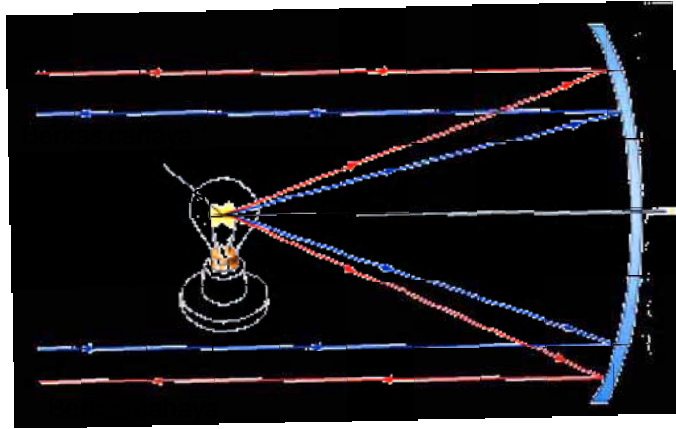
Prosedur

1. Peganglah sebuah sendok besar meng-kilap dekat cahaya terang.
2. Lihatlah bayanganmu pada bagian dalam sendok itu.
3. Gerakkan secara pelan-pelan sendok itu mendekati dan men-jauhi wajahmu.

Analisis

1. Bagaimana bayangan itu berubah?
2. Menurut pendapatmu apa yang terjadi jika kamu menggunakan bagian belakang sendok dalam percobaan ini? Cobalah! Bagaimana pengamatanmu berbeda dengan pengamatan pertama.

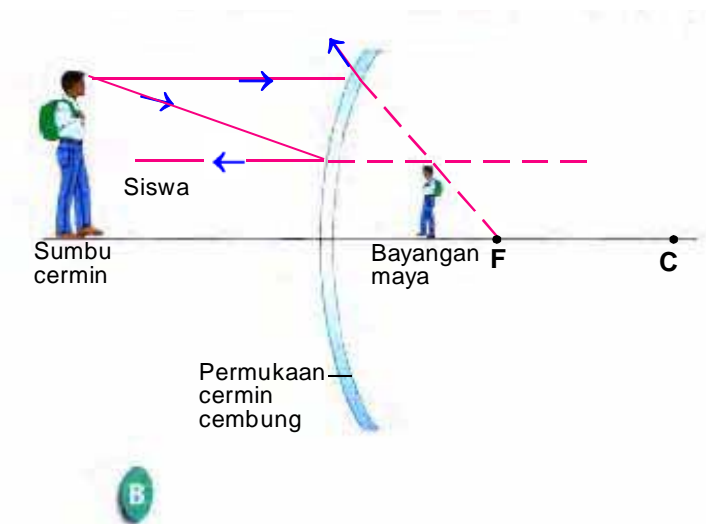
Gambar 11.21
Bayangan yang dihasilkan oleh cermin cekung bergantung pada letak benda terhadap titik fokus. *Dimanakah benda harus diletakkan agar diperoleh bayangan maya?*

Gambar 11.22
Sinar cahaya datang dari titik fokus dipantulkan sejajar sumbu optik.

Pernahkah kamu membuka bagian depan lampu senter? Kamu pasti menemukan cermin cekung di belakang bola lampu senter. Bola lampu tersebut diletakkan pada titik fokus cermin agar diperoleh berkas cahaya yang kuat. Cermin cekung juga digunakan pada lampu utama mobil dan lampu sorot untuk menghasilkan sinar-sinar yang mendekati sejajar.

Pernahkah kamu melihat sebuah cermin besar yang dipasang di atas lorong-lorong sebuah toko? Jenis cermin yang melengkung ke luar seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.23A** disebut cermin cembung. **Gambar 11.23B** menunjukkan bagaimana cermin cembung tersebut menghasilkan bayangan dengan menggam-barkan sinar sejajar sumbu cermin (Sinar 1) dan sinar menuju pusat kelengkungan cermin (Sinar 2). Sinar-sinar pantul cermin cembung menyebar ke luar sehingga tidak pernah bertemu. Oleh karena itu, bayangan cermin cembung selalu maya, tegak, dan lebih kecil daripada benda sebenarnya.

Di samping itu, karena cermin cembung menyebarkan sinar pantul, maka cermin cembung memungkinkan diperoleh daerah pandang yang luas. Itulah sebabnya mengapa cermin cembung banyak digunakan di tempat-tempat tertentu seperti toko swalayan, pabrik, dan kaca spion mobil.

Perlu kamu perhatikan bahwa melalui kaca spion perkiraanmu terhadap jarak dapat salah. Seperti terlihat pada **Gambar 11.23B**, bayangan maya lebih kecil itu menimbulkan kesan benda sebenarnya di belakang mobil itu tampak lebih jauh bila dilihat melalui kaca spion. Artinya benda yang sebenarnya sudah dekat itu terlihat masih jauh lewat kaca spion. Sejumlah kaca spion yang

Sumber: Dok. Penulis

Gambar 11.23
Sebuah cermin cembung membentuk bayangan maya suatu benda yang selalu tegak dan lebih kecil daripada benda tersebut (A). Cermin itu menyebarkan sinar yang dipantulkan untuk membentuk bayangan maya tersebut (B).

dipasang di samping luar mobil memperingatkan pengemudi bahwa jarak dan ukuran yang terlihat di kaca spion tidak seperti jarak dan ukuran yang sebenarnya.

Persamaan Cermin Cekung dan Cermin Cembung

Hubungan antara jarak benda, jarak bayangan, dan jarak fokus pada cermin cekung dan cermin cembung, dapat dinyatakan dengan persamaan berikut ini.

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

s_o = jarak benda ke cermin (meter)
s_i = jarak bayangan ke cermin (meter)
f = jarak fokus cermin (meter)

Sedangkan jarak fokus cermin cekung maupun cermin cembung dapat dinyatakan dengan persamaan

$$f = ½ R$$

Oleh karena itu persamaan cermin cekung dan cermin cembung dapat pula dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

dengan R adalah jari-jari kelengkungan cermin.

Dalam menggunakan persamaan cermin cekung maupun cermin cembung, perlu diperhatikan aturan-aturan tanda berikut ini.

1. **Jarak benda** (s_o) bertanda positif (+) untuk benda nyata (benda terletak di depan cermin) dan bertanda negatif (-) untuk benda maya (benda terletak di belakang cermin).
2. **Jarak bayangan** (s_i) bertanda positif (+) untuk bayangan nyata (bayangan terletak di depan cermin) dan bertanda negatif (-) untuk bayangan maya (bayangan terletak di belakang cermin).
3. **Jari-jari kelengkungan** (R) dan **jarak fokus** (f) bertanda positif (+) untuk cermin cekung dan bertanda negatif (-) untuk cermin cembung.

Perhatikan contoh berikut untuk lebih memahami hubungan jarak benda dan jarak bayangan.

Penggunaan Matematika

Penggunaan Persamaan Cermin Cekung dan Cermin Cembung

Soal Contoh:

Sebuah benda terletak 100 cm di depan cermin cekung yang memiliki jari-jari kelengkungan 120 cm. Tentukanlah letak bayangan benda itu.

Langkah-langkah Penyelesaian:

1. Apa yang diketahui?
   Jarak benda, s_o = 100 cm
   Jari-jari kelengkungan cermin cekung, R = 120 cm
2. Apa yang ditanyakan?
   Jarak bayangan, s_i
3. Gunakan persamaan: $\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$
4. **Penyelesaian:**

$$\frac{1}{s_o} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{R}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{s_i} = \frac{2}{120}$$

$$\frac{1}{100} + \frac{1}{s_i} = \frac{1}{60}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{1}{60} - \frac{1}{100}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{10}{600} - \frac{6}{600}$$

$$\frac{1}{s_i} = \frac{4}{600}$$

$$4\,s_i = 600$$

$$s_i = 600/4$$

$$s_i = 150 \text{ cm}$$

Jadi letak bayangan benda itu adalah 150 cm di depan cermin.

Soal Latihan

1. Sebuah benda berada 25 cm dari sebuah cermin cekung dengan jari-jari 80 cm. Tentukan letak bayangannya dari cermin.
2. Sebuah benda diletakkan 30 cm di depan sebuah cermin cembung dengan jari-jari 40 cm. Tentukanlah letak bayangannya dari cermin.

Petunjuk: Hasilnya akan berharga positif atau negatif?

Pemecahan Masalah

Melihat ke Belakang dengan Cermin-cermin Mobil

Jenis cermin apakah yang sering kamu lihat di dalam atau di luar sebuah mobil? Cermin-cermin yang dipasang di samping atau di dalam mobil sangat penting untuk keamanan dalam mengendarai mobil. Pernahkah kamu memperhatikan cermin-cermin samping pada mobil-mobil dan truk-truk yang diberi peringatan berbunyi "BENDA-BENDA DI DALAM CERMIN JARAK SESUNGGUHNYA LEBIH DEKAT DARIPADA JARAK YANG TAMPAK DI DALAM CERMIN!" Cermin pandangan ke belakang yang dipasang di dalam mobil di atas pengemudi tidak diberi peringatan ini.

Jika kamu memperhatikan bentuk cermin ini secara cermat, maka kamu akan melihat bahwa cermin yang di dalam tersebut adalah cermin datar. Sementara itu, cermin-cermin dengan peringatan seperti di atas adalah cermin cembung. Dapatkah kamu pikirkan tempat-tempat lain pada permukaan mobil yang memiliki sifat dapat memantulkan?

Pecahkan Masalah Berikut

1. Jelaskan bentuk bayangan yang akan kamu lihat jika kamu melihat wajahmu secara dekat pada masing-masing cermin yang telah dibahas di atas.
2. Jenis bayangan apakah yang terbentuk pada sebuah cermin cembung, nyata atau maya? Jelaskan!.

Berpikir Kritis

Jelaskan mengapa cermin cembung digunakan sebagai kaca pandangan ke belakang yang dipasang di samping kiri dan kanan mobil? Mengapa cermin-cermin itu kadang-kadang ditempeli dengan suatu peringatan?

Sumber: Dok. Penulis.

Bayangan dari Bayangan

Kamu mungkin sering melihat wajahmu di depan cermin. Namun, pernahkah kamu melihat pantulan bayangan dari bagian belakang kepalamu? Jika pernah, besar kemungkinan kamu melihat ke dalam cermin kecil yang dipegang dengan membentuk sudut di depan wajahmu ke dalam cermin besar yang ditempatkan tepat di belakangmu. Kamu sebenarnya melihat suatu bayangan dari bayangan pertama dari bagian belakang kepalamu. Lakukan kegiatan berikut untuk menghasilkan banyak bayangan.

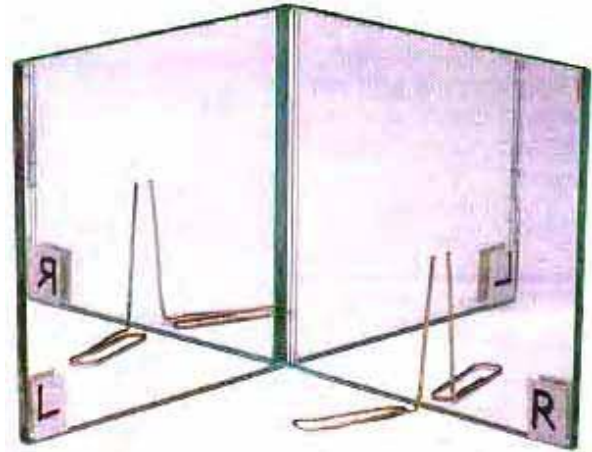
Permasalahan

Bagaimana kamu dapat memperbanyak bayangan sebuah benda?

Alat dan Bahan

- 2 buah cermin datar
- plester perekat
- busur derajat
- penjepit kertas

Prosedur

1. Letakkan dua buah cermin datar secara berdampingan dan lengketkan ke-duanya dengan plester perekat sehingga kedua cermin itu dapat dibuka dan ditutup. Tandai kedua cermin itu dengan *R* dan *L* seperti yang ditunjukkan pada gambar.
2. Letakkan cermin-cermin itu berdiri pada selembar kertas, dan dengan meng-gunakan busur derajat, buatkedua cermin itu sampai membentuk sudut 72o. Tandai posisi cermin *R* pada kertas.
3. Bengkokkan salah satu kaki penjepit kertas secara tegak lurus dan tempatkan di depan cermin *R*.
4. Hitung jumlah bayangan penjepit kertas yang kamu lihat pada cermin *R* dan *L*. Jangan kamu pindahkan penjepit kertas itu.
5. Hitung jumlah bayangan pada saat kamu membuka cermin secara pelan-pelan sampai 90º dan kemudian 120º.
6. Buat sebuah tabel data untuk mencatat jumlah bayangan yang dapat kamu lihat di cermin ***R*** dan ***L*** pada posisi 72º, 90º, dan 120º.

Analisis

1. Susunan cermin tersebut menciptakan suatu bayangan dari sebuah lingkaran utuh yang terbagi menjadi beberapa petak. Berapa banyak petak yang kamu amati dengan sudut 72o, 90o, dan 120o?

Kesimpulan dan Aplikasi

1. Berapa besarnya sudut yang akan membagi sebuah lingkaran menjadi 6 petak. **Rumuskan hipotesis** berapa banyak bayangan yang akan dihasilkan.
2. **Analisis** hasil-hasilmu untuk menentukan **prediktor** yang lebih baik tentang banyaknya bayangan penjepit yang dapat dilihat, yaitu banyak bayangan cermin atau banyak petak.

Data dan Pengamatan

Sudut antara dua	Jumlah bayangan	
	R	L
72º		
90º		
120º		

Lensa

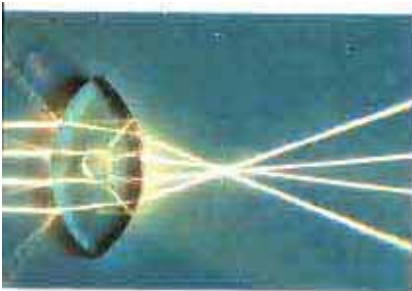
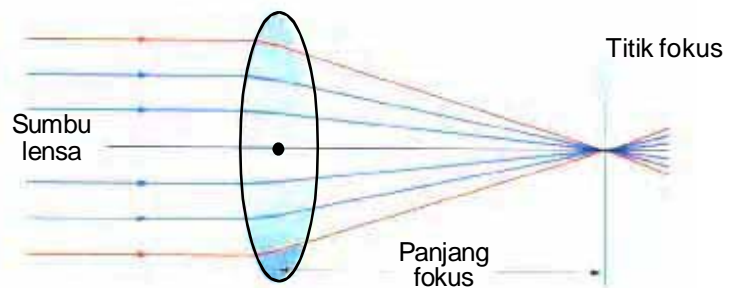
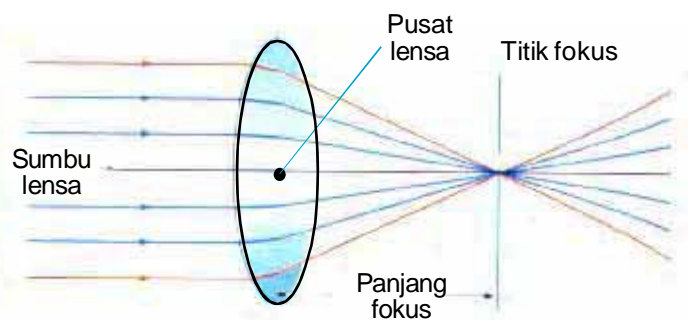
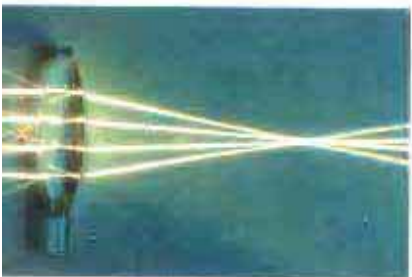
Pernahkah kamu menggunakan kaca pembesar, kamera, atau mikroskop? Jika pernah, berarti kamu pernah menggunakan lensa untuk membentuk bayangan. **Lensa** adalah benda bening yang membiaskan cahaya.

Kebanyakan lensa terbuat dari kaca atau plastik dengan dua permukaan. Lensa mempunyai dua permukaan lengkung (**Gambar 11.24)** atau satu permukaan lengkung. Seperti halnya cermin lengkung, berdasarkan bentuknya, lensa dibedakan atas lensa cembung dan lensa cekung.

Lensa Cembung

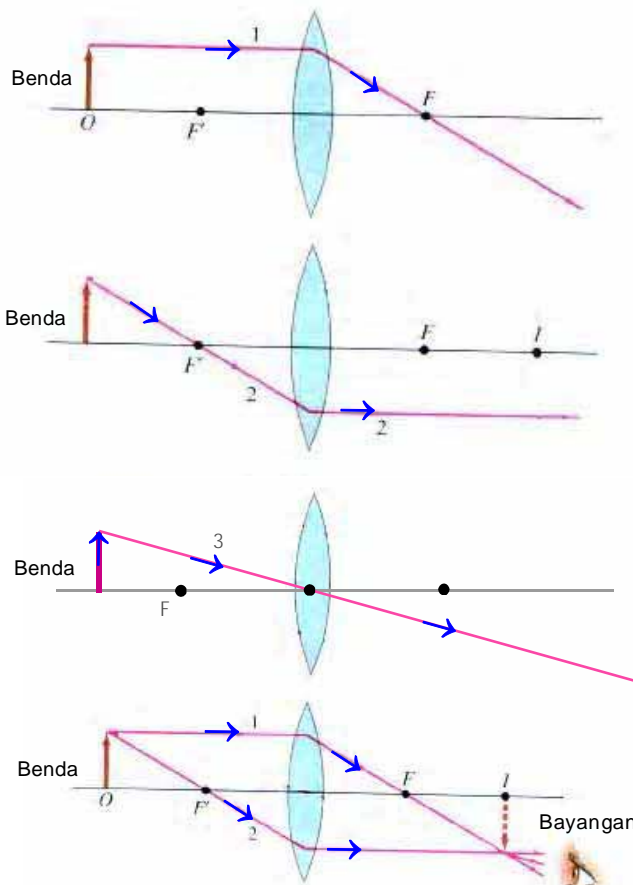
Lensa cembung adalah lensa dengan bagian tengah lebih tebal daripada bagian tepi. Sinar-sinar cahaya yang datang sejajar sumbu lensa dibiaskan menuju titik fokus. Sinar-sinar itu mengumpul pada titik fokus, sehingga sinar-sinar itu bisa membentuk bayangan nyata yang dapat diproyeksikan pada layar.

Besar pembiasan cahaya pada suatu lensa bergantung pada indeks bias bahan lensa dan lengkung permukaan lensa, sedangkan indeks bias bergantung pada cepat rambat cahaya dalam bahan lensa tersebut. Seperti ditunjukkan **Gambar 11.24**, lensa cembung tebal akan membiaskan cahaya lebih besar daripada lensa cembung tipis. Panjang

Gambar 11.24
Sebuah lensa cembung tebal (A) membelokkan cahaya lebih besar daripada lensa cembung tipis (B). *Lensa mana yang mempunyai panjang fokus lebih pendek?*

Sumber: Awater, et al., 1995

fokus lensa cembung tebal lebih pendek daripada panjang fokus lensa cembung tipis.

Seperti halnya pada cermin, pada lensa juga dapat digambarkan tiga sinar istimewa seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.25**. Sinar 1 digambarkan datang sejajar sumbu lensa dan dibiaskan lensa tersebut sehingga sinar tersebut keluar melalui titik fokus F (**Gambar 11.25A**). Sinar 2 digambar datang melalui titik fokus F′ dan dibiaskan lensa tersebut sehingga sinar tersebut keluar sejajar sumbu lensa (**Gambar 11.25B**). Sinar 3 digambar datang melalui pusat lensa dan keluar dari lensa tetap lurus segaris dengan sinar datang tersebut (**Gambar 11.25C**). Untuk melukiskan bayangan suatu benda, sekurang-kurangnya diperlukan dua sinar istimewa (**Gambar 11.25D**).

Lensa cembung dapat menghasilkan banyak jenis bayangan, baik nyata maupun maya, tegak, terbalik, diperbesar, atau diperkecil. Jenis bayangan yang dibentuk bergantung pada posisi benda dan panjang fokus lensa. Diagram pada **Gambar 11.26** menun-jukkan bayangan yang dihasilkan dari tiga lokasi benda yang berbeda yang dilukis dengan meng-gunakan satu sinar datang sejajar sumbu lensa (Sinar 1) dan satu sinar datang melalui pusat lensa

Gambar 11.25
Tiga sinar istimewa pada lensa cembung.

A Sinar 1 sejajar sumbu lensa dibiaskan mela-lui F.

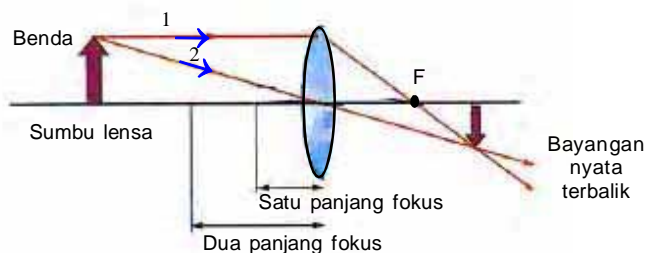
B Sinar 2 melalui F' dan dibiaskan paralel dengan sumbu lensa.

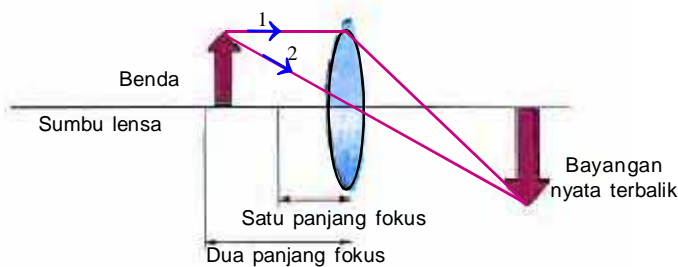
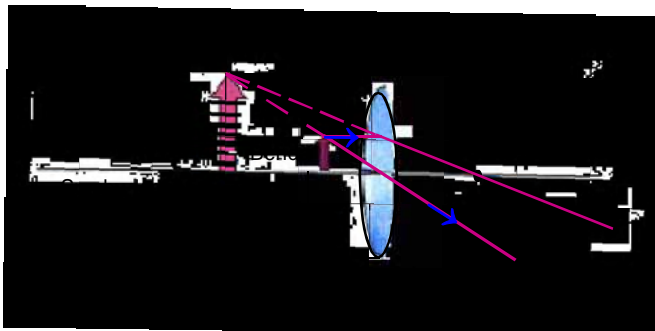
C Sinar 3 melalui pusat lensa dan terus menembus lensa menurut garis lurus.

D Untuk melukiskan bayangan suatu benda, sekurang-kurangnya diperlukan dua sinar istimewa.

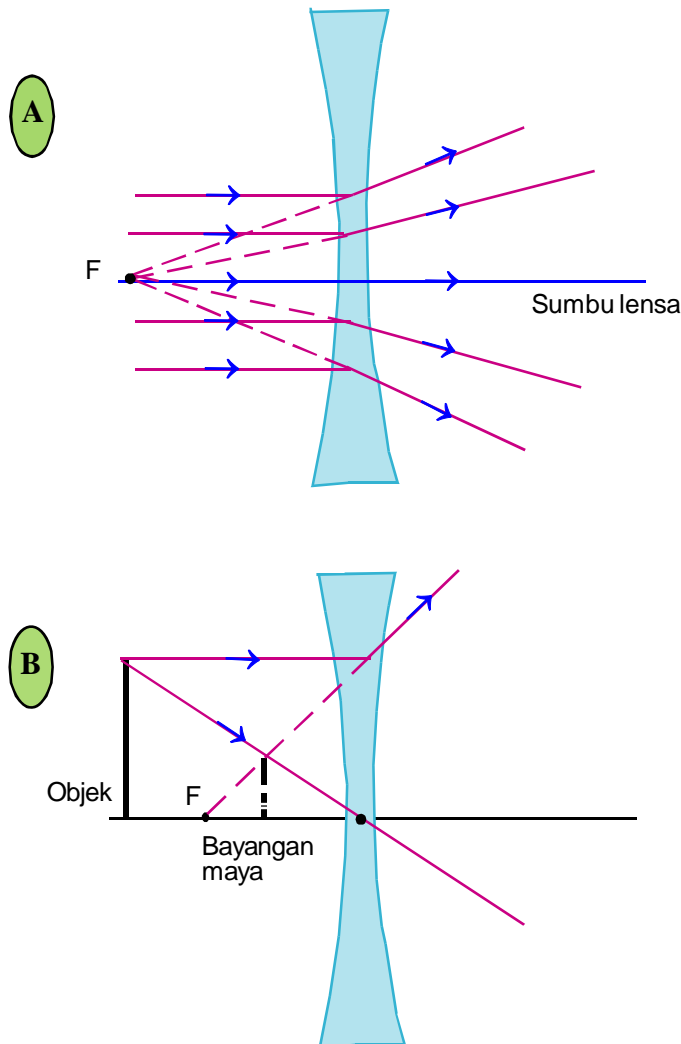
Lensa Cekung

lebih tipis daripada bagian tepi. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.27A**, cahaya yang lewat melalui sebuah lensa cekung dibelokkan ke arah tepi lensa atau menjauhi sumbu lensa. Sinar-sinar yang datang sejajar sumbu lensa itu dibiaskan menyebar, sehingga tidak pernah dihasilkan bayangan nyata. Seperti diperlihatkan pada **Gambar 11.27B** sinar-sinar bias itu seperti datang dari titik fokus F. Bayangan yang dibentuk selalu maya, tegak, dan lebih kecil daripada benda sesungguhnya seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.27B**. Bayangan yang dibentuk lensa cekung mirip dengan bayangan yang dibentuk cermin cembung. Dua-duanya, lensa cekung dan cermin cembung menyebarkan cahaya dan membentuk bayangan maya.

Gambar 11.26
Bayangan yang dihasilkan oleh lensa cembung bergantung pada letak benda relatif terhadap panjang fokus lensa.

A Jika seseorang mengambil foto sebuah benda yang jauh, kemungkinan sekali benda itu berada lebih dari dua kali panjang fokus lensa kamera. Jika kamu mengikuti jalannya cahaya, kamu akan melihat bahwa bayangan nyata lebih kecil daripada benda, dan terbalik. Lensa matamu juga membentuk bayangan dengan cara yang sama dengan bayangan yang dibentuk oleh sebuah kamera.

Benda
1
2
Sumbu lensa
Satu panjang fokus
Dua panjang fokus
Bayangan nyata terbalik

B Jika sebuah benda terletak di antara satu dan dua panjang fokus lensa, maka bayangan nyata itu terbalik, dan lebih besar daripada benda tersebut. Cara inilah yang digunakan pada bioskop untuk memproyeksikan sebuah gambar hidup dari film kecil ke sebuah layar yang besar. Cara ini juga digunakan oleh sebuah OHP (overhead projector) yang digunakan di kelasmu.

C Pernahkah kamu menggunakan kaca pembesar untuk mengamati benda dari dekat? Kaca pembesar adalah sebuah lensa cembung. Kamu harus memegangnya kurang dari satu panjang fokus terhadap benda yang kamu amati. Sinar-sinar cahaya tersebut tidak dapat dipusatkan, sehingga bayangan yang terbentuk adalah maya, diperbesar, dan tegak. Perhatikan bahwa benda tersebut tampak seperti lebih besar dan lebih jauh daripada yang sebenarnya.

Lensa seharusnya tidak dikacaukan dengan cermin. Di samping ada cermin cembung dan cekung juga ada lensa cembung dan cekung. Tetapi, perlu diingat bahwa *lensa membiaskan cahaya, sedangkan cermin memantulkan cahaya*.

Lensa dapat ditemukan di dalam teropong, kamera, dan mikroskop. Kamu mungkin membayangkan, sebuah lensa harus dari kaca. Air dapat juga digunakan sebagai lensa. Lensa air sangat mirip dengan kaca pembesar. **Lab Mini 11.6** dapat kamu lakukan untuk mengetahui kebenarannya. Pada Subbab selanjutnya, kamu akan mempelajari lebih mendalam tentang alat-alat optik, misalnya kamera, teleskop , dan mikroskop.

Lab Mini 11.6

Dapatkah lensa dibuat dari cairan?

Prosedur

1. Potonglah selembar plastik ukuran 10 cm x 10 cm. Tempatkan plastik itu di atas kertas yang berisi tulisan.
2. Teteskan air pada plastik itu. Perhatikan tulisan itu melalui tetesan air tersebut. Apa yang kamu amati?
3. Buatlah tetesan air sedikit lebih besar dan amati tulisan itu lagi. Adakah sesuatu yang berubah?

Analisis

1. Jenis lensa apakah yang dibentuk oleh tetesan air itu?
2. Apa yang terjadi pada bayangan itu saat kamu menambahkan air atau mengurangi air?
3. Bagaimanakah bayangan tulisan yang terlihat jika kamu menggerakkan lensa air itu menjauhi tulisan yang kamu amati? Cobalah.

Gambar 11.27
Sinar cahaya yang melalui lensa cekung menyebar (A).
Lensa cekung membentuk bayangan maya. *Mirip dengan cermin apakah lensa cekung ini?* (B).

Intisari Subbab

1. Digunakan untuk apakah cermin cembung? Jelaskan.
2. Jelaskan perbedaan antara permukaan cermin datar, cembung, dan cekung.
3. Apa yang akan terjadi seandainya gambar hidup dari film kecil pada bioskop diletakkan di tempat kurang dari satu panjang fokus lensa proyektor film tersebut?
4. Kaca pembesar merupakan lensa sederhana. Jelaskan jenis lensa apakah yang dapat digunakan sebagai kaca pembesar, dan gambarkan lintasan cahayanya untuk menunjukkan pembentukan bayangan tersebut.

Bina Keterampilan

Pengenalan Sebab dan Akibat

Misalkan kamu menjatuhkan sebuah lampu senter yang mempunyai cermin cekung di dalamnya. Pada saat kamu menghidupkan lampu senter itu, kamu memperhatikan bahwa intensitas cahayanya lebih kecil daripada sebelum kamu menjatuhkannya. Jelaskan, apakah yang mungkin telah terjadi?

Alat-Alat Optik C

Kamera

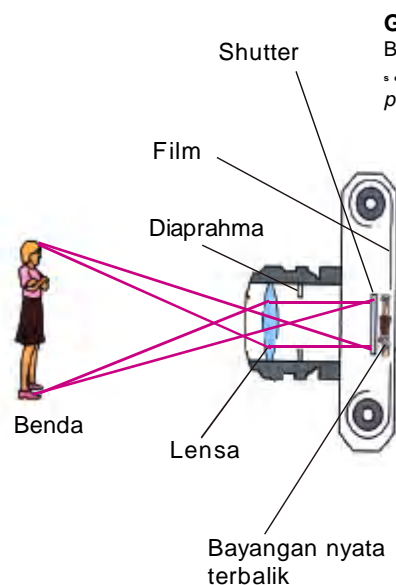
Apakah kamu menyimpan foto-foto favorit kamu dalam album? Pernahkah kamu berfikir tentang bagaimana sebuah kamera memindahkan bayangan ke sebuah film? Sebuah kamera mengumpulkan cahaya melalui sebuah lensa dan memproyeksikan bayangan pada film atau sensor yang peka terhadap cahaya (**Gambar 11.28**).

Pada saat kamu mengambil gambar suatu benda dengan sebuah kamera, cahaya dipantulkan dari benda tersebut dan masuk ke lensa kamera. Kamera memiliki diafragma dan pengatur cahaya (*shutter*) untuk mengatur jumlah cahaya yang masuk ke dalam lensa. Dengan jumlah cahaya yang tepat akan diperoleh foto atau gambar yang jelas. Sementara itu, untuk memperoleh foto yang tajam dan tidak kabur perlu mengatur fokus lensa.

Cahaya yang melalui lensa kamera tersebut memfokuskan bayangan benda pada film foto. Bayangannya nyata, terbalik, dan lebih kecil daripada benda aslinya. Perhatikan persamaan prinsip kerja kamera sederhana ini dengan diagram cahaya lensa cembung**.** Ukuran bayangan tersebut bergantung pada panjang fokus lensa dan jarak lensa itu pada film tersebut.

Misalkan kamu dan teman kamu memotret benda yang sama dan pada jarak yang sama. Gambar kamu akan kelihatan berbeda dengan gambar temanmu jika kamera yang digunakan mempunyai lensa yang berbeda. Beberapa lensa yang mempunyai panjang fokus pendek menghasilkan bayangan benda yang relatif lebih kecil, namun mencakup banyak obyek di sekelilingnya. Lensa ini dinamakan **lensa sudut lebar.** Karena panjang fokusnya

Kata-kata IPA
kamera
mata
rabun jauh
rabun dekat
lup
mikroskop
teleskop

Shutter
Film
Diaprahma
Benda
Lensa
Bayangan nyata terbalik

Gambar 11.28
Bagian-bagian sebuah kamera sederhana. *Apakah bagian paling penting dari sebuah lensa?*

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

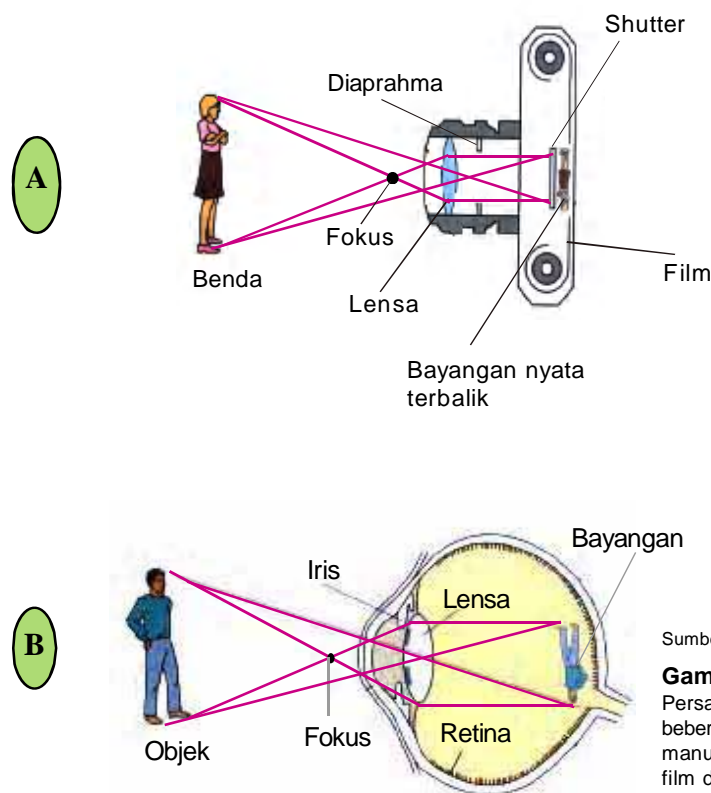
Gambar 11.29
Foto ini diambil dengan lensa sudut lebar. Gambar mobil itu lebih kecil, namun mencakup banyak obyek di sekelilingnya. Amati bagaimana perbedaan foto ini dengan foto yang sama pada **Gambar 11.30**

Gambar 11.30
Foto ini diambil dengan sebuah lensa foto jarak jauh. Foto ini memberikan pandangan jarak-dekat dengan menghilangkan sebagian besar objek di sekitarnya.

pendek, maka untuk memfokuskan bayangan tersebut, lensa itu harus ditempatkan dekat pada film. Foto pada **Gambar 11.29** dipotret dengan lensa sudut-lebar.

Lensa foto jarak jauh atau **lensa tele** mempu-nyai panjang fokus lebih panjang dan ditempatkan lebih jauh dari film dibandingkan lensa sudut lebar. Lensa tele mudah dikenali karena lensa tersebut menonjol dari kamera untuk memperbesar jarak antara lensa dengan film. Bayangan kelihatan diperbesar dan benda kelihatan lebih dekat dari yang sebenarnya, seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.30.** Lensa ini dipilih misalnya ketika memotret benda dari jarak jauh.

Mata

Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.31**, dalam beberapa hal, mata memiliki persamaan dengan kamera.

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

Gambar 11.31
Persamaan kamera dan mata. Dalam beberapan hal, kamera menyerupai mata manusia. Sebuah bayangan dibentuk pada film dalam kamera dan pada retina dalam mata.

Gambar 11.31A menunjukkan kamera memiliki lensa cembung yang digunakan untuk memfokuskan bayangan pada film. Kamera memiliki diaprahma dan *shutter* untuk mengatur cahaya yang masuk ke dalam kamera.

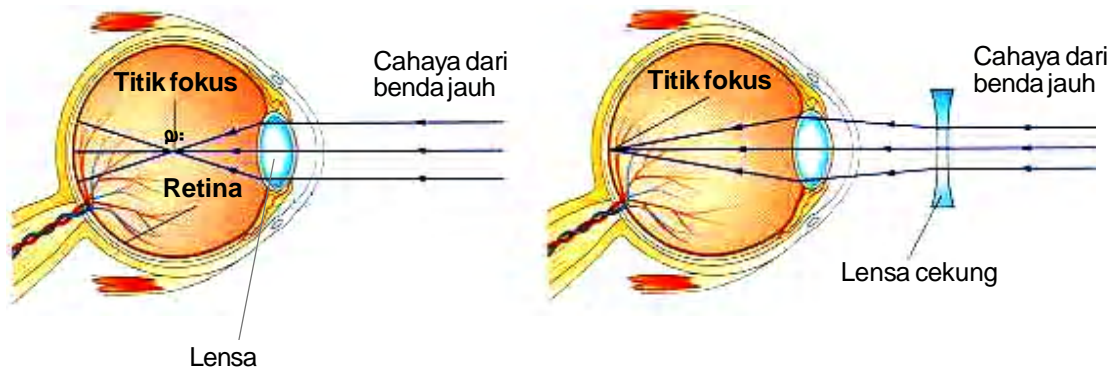
Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.31B**, mata juga memiliki lensa cembung yang memfokuskan cahaya pada retina. Iris merupakan suatu diafragma yang terbuka dan tertutup untuk mengatur jumlah cahaya yang memasuki mata. Kelopak mata, tidak digambar pada **Gambar 11.31B**, dapat dipandang sebagai *shutter*. Bedanya, *shutter* pada kamera umumnya terbuka selama sepersekian detik, sedangkan kelopak mata pada umumnya sampai beberapa detik, bergantung kapan seseorang membuka atau mengedipkan mata.

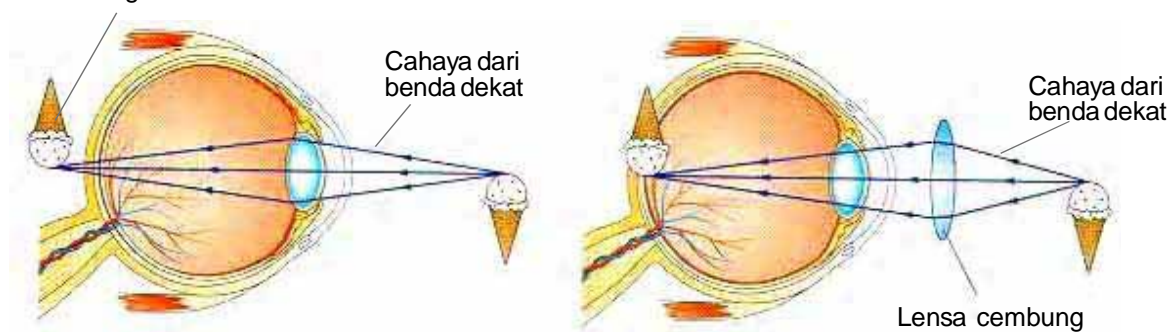
Apakah yang menentukan jelas atau tidaknya penglihatanmu ketika melihat kata-kata pada halaman ini? Kemampuan kamu memfokuskan penglihatan pada kata-kata pada halaman ini bergantung pada apakah bagian-

bagian matamu berfungsi dengan baik. Cahaya masuk ke mata kamu melalui cairan bening mata kamu, yaitu kornea. Cahaya itu kemudian lewat melalui celah terbuka yang disebut pupil. Bagian berwarna dari mata kamu, yaitu iris, mengatur ukuran pupil untuk mengendalikan berapa banyak cahaya dapat lewat melalui sebuah lensa cembung fleksibel di belakang pupil. Cahaya itu kemudian dikumpulkan untuk membentuk bayangan terbalik pada retina. Lensa dalam mata kamu lunak dan otot-otot lentur dalam mata dapat mengubah bentuk lensa mata tersebut menjadi lebih cembung atau pipih. Mengubah bentuk lensa mata menyesuaikan dengan letak benda yang dilihat disebut **mata berakomodasi**.

Pada saat kamu melihat benda yang jauh, kamu membutuhkan panjang fokus lensa yang lebih besar, maka otot-otot mata kamu mengatur bentuk lensa kamu menjadi pipih atau kurang cembung. Pada kondisi seperti ini dikatakan mata melihat tanpa berakomodasi. Pada saat kamu memusatkan pandangan pada benda-benda dekat diperlukan panjang fokus yang lebih pendek. Ini dipenuhi dengan otot-otot mata meningkatkan kelengkungan lensa sehingga lensa tersebut menjadi lebih cembung. Jika jarak benda sama dengan 25 cm, dikatakan mata sedang **berakomodasi maksimum**. Benda yang terletak pada jarak lebih dekat dari 25 cm tidak dapat dilihat dengan jelas atau kabur.

Memperbaiki Penglihatan Kamu

Jika kamu mempunyai penglihatan yang sehat, kamu seharusnya mampu melihat benda secara jelas pada jarak kira-kira 25 cm atau lebih. Banyak orang yang membutuhkan penglihatan mereka dikoreksi. Untuk memperoleh penglihatan normal, bayangan suatu benda harus difokuskan pada retina di alam mata kamu. Jika bayangan itu difokuskan di depan atau di belakang retina, masalah penglihatan akan muncul. **Gambar 11.32A** menunjukkan bayangan yang difokuskan di depan etina. Orang ini menderita rabun jauh. **Gambar 11.32B** menunjukkan bagaimana lensa cekung mengoreksi penderita rabun jauh tersebut (miopi) dengan menyebarkan sinar cahaya sebelum masuk ke mata penderita. **Gambar 11.32B** menunjukan bayangan yang difokuskan di belakang

A Seseorang yang menderita rabun jauh mengalami kesulitan melihat benda-benda jauh secara jelas. Bola mata itu terlalu panjang atau kornea menonjol ke luar, memfokuskan bayangan benda di depan retina sehingga benda itu kelihatan kabur.

B Lensa cekung mengoreksi penderita rabun jauh.

C Orang yang rabun dekat dapat melihat benda-benda jauh, tetapi mereka tidak dapat memfokuskan secara jelas benda-benda dekat. Bola mata mereka terlalu pendek atau kornea mata mereka terlalu datar agar sinar-sinar dapat dikumpulkan pada retina. Sebagai akibatnya, bayangan itu difokuskan di belakang retina.

D Lensa cembung mengoreksi penderita rabun jauh.

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

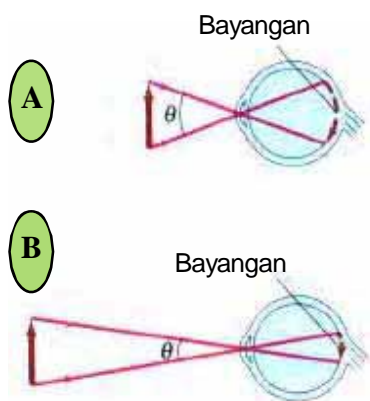
Gambar 11.32
Beberapa masalah penglihatan dapat diatasi dengan mudah dengan menggunakan lensa cekung (A) dan lensa cembung (B). *Pelajarilah beberapa kacamata baca. Dapatkah kamu mengata-kan tipe lensa mana yang mereka gunakan?*

retina. Orang ini menderita rabun dekat. **Gambar 11.32D** menunjukkan bagaimana penderita rabun dekat dapat dikoreksi dengan lensa cembung.

Kaca Pembesar (Lup)

Seberapa besar suatu objek terlihat dengan mata, dan seberapa jelas kita dapat melihat bagian-bagian kecil pada objek tersebut, bergantung pada ukuran bayangan objek tersebut pada retina. Ukuran bayangan tersebut bergantung pada sudut pada mata yang berhadapan dengan objek

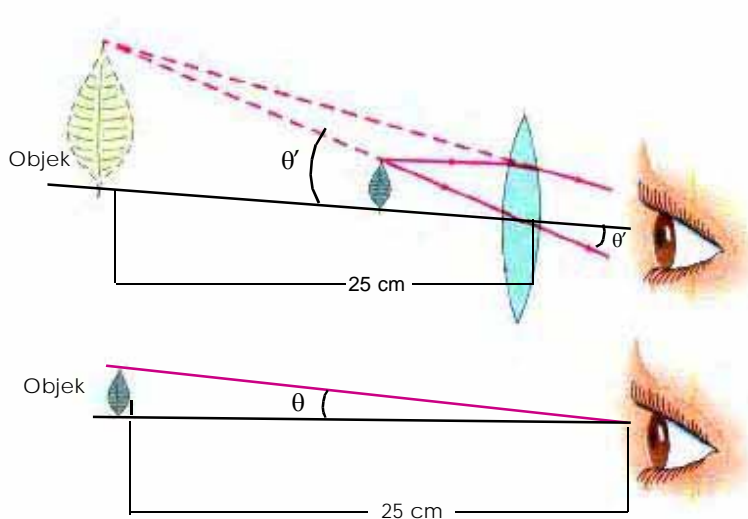
tersebut. Sebagai misal, uang logam seratusan yang dipegang dengan jarak 30 cm dari mata tampak dua kali lebih tinggi dibandingkan dengan uang logam yang sama yang dipegang dengan jarak 60 cm dari mata tersebut. Ini dikarenakan sudut yang dihadapi dua kali lebih besar (**Gambar 11.32**). Apabila kita ingin mengamati bagian-bagian kecil suatu objek, kita mendekatkan benda tersebut ke mata kita sehingga objek tersebut menghadapi sudut lebih besar. Namun, lensa mata kita hanya dapat menyesuaikan sampai suatu titik tertentu, untuk mata normal jaraknya 25 cm dari mata tersebut, yaitu ketika mata berakomodasi maksimum.

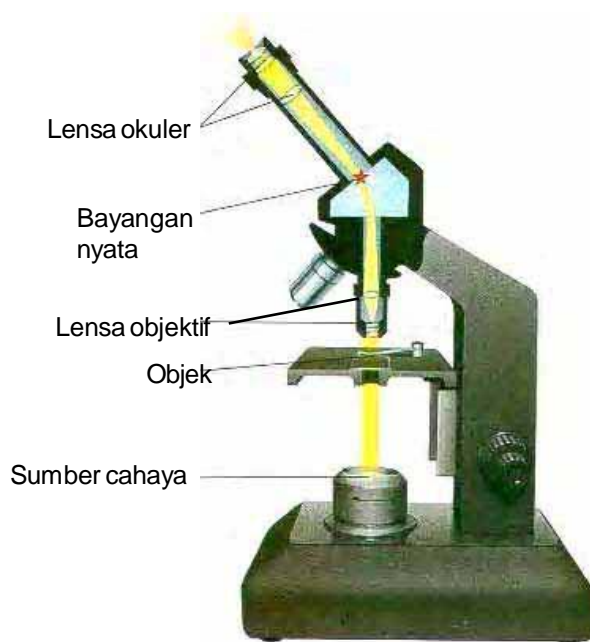
Sebuah kaca pembesar memungkinkan kita untuk menempatkan objek tersebut lebih dekat ke mata kita sehingga objek tersebut menghadapi sudut lebih besar. Seperti ditunjukkan pada **Gambar 11.33A**, objek tersebut ditempatkan pada titik fokus atau dekat dengan titik tersebut. Kemudian lensa kaca pembesar tersebut menghasilkan suatu bayangan maya, yang paling sedikit harus berjarak 25 cm dari mata agar mata tersebut dapat memfokuskan dan mengamati bagian-bagian kecil objek tersebut dengan baik.

Gambar 11.33
Apabila objek yang sama dilihat pada jarak yang lebih dekat, bayangan pada retina tersebut lebih besar, sehingga objek tersebut tampak lebih besar dan bagian-bagian kecil objek tersebut dapat dilihat. Sudut *q* yang dihadapi objek tersebut di A lebih besar daripada di B.

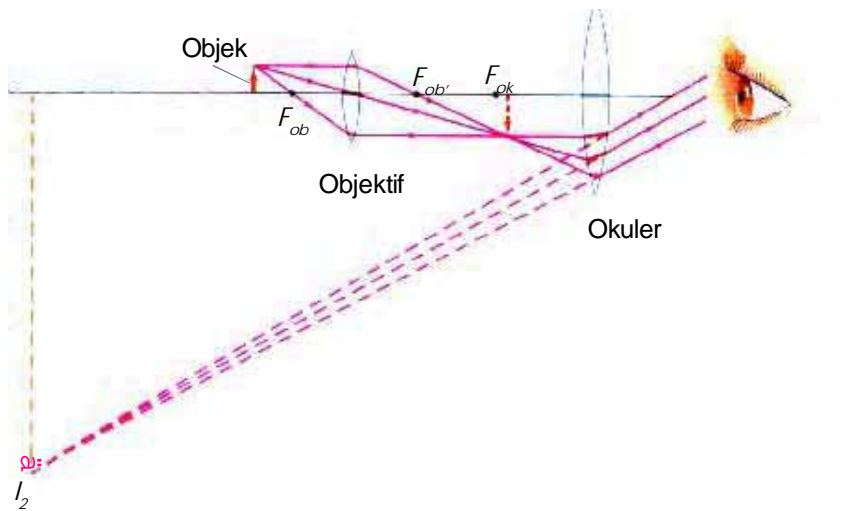
Membandingkan **Gambar 11.34 A** yang menunjukkan suatu objek yang dilihat dengan kaca pembesar dengan **Gambar 11.34 B** yang menunjukkan objek yang sama yang dilihat dengan tanpa kaca pembesar, tampak bahwa sudut yang dihadapi objek tersebut jauh lebih besar (θ') apabila menggunakan kaca pembesar dibandingkan bila objek tersebut dilihat tanpa menggunakan kaca pembesar (θ).

Mikroskop

Alat apakah yang kamu gunakan untuk melihat sel, sehelai rambut, atau amuba? Kamu mungkin pernah mendengar namanya, yaitu mikroskop. Sebuah **mikroskop** menggunakan lensa-lensa. Lensa cembung dengan panjang fokus relatif pendek untuk memperbesar benda-benda kecil yang jaraknya dekat. Lensa-lensa tersebut berfungsi sebagai lensa objektif dan lensa okuler.

Gambar 11.35 menunjukkan susunan lensa-lensa dalam sebuah mikroskop. Untuk memperoleh angka pembesaran yang dikehendaki, mikroskop tersebut

Gambar 11.34
A. Objek yang dilihat dengan kaca pembesar menghadapi sudut **q'** yang lebih besar.
B. Objek yang dilihat tanpa kaca pembesar menghadapi sudut **q** yang lebih kecil.

menggunakan dua lensa okuler dan dua lensa objektif. Benda yang diamati ditempatkan pada sebuah slide transparan dan disinari dari bawah. **Gambar 11.36** menunjukkan diagram cahaya sebuah mikroskop untuk mata melihat dengan berakomodasi. Cahaya tersebut melalui lensa objektif dan membentuk bayangan nyata I_1 yang diperbesar. Bayangan itu diperbesar sebab benda itu terletak di antara satu dan dua jarak fokus lensa objektif tersebut. Bayangan nyata tersebut diperbesar lagi oleh lensa okuler untuk menghasilkan bayangan maya yang diperbesar I_2. Susunan lensa seperti ini memungkinkan menghasilkan bayangan ratusan kali lebih besar dari objek aslinya.

Gambar 11.35
Susunan lensa-lensa dalam sebuah mikroskop.

Gambar 11.36
Diagram sinar mikroskop. Melalui lensa objektif, objek tersebut membentuk bayangan nyata I_1 yang diperbesar. I_1 tersebut diperbesar lagi oleh lensa okuler untuk menghasilkan bayangan maya I_2 yang jauh lebih besar.

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

Teleskop

Mempelajari alat-alat optik yang diuraikan terdahulu, kamu dapat menyimpulkan bahwa cermin-cermin dan lensa-lensa merupakan komponen yang sangat penting dari alat-alat optik, yaitu alat yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat membantu mata manusia dalam mengadakan pengamatan. Dalam bagian ini, kamu akan mempelajari alat optik lain, yaitu teleskop.

Pernahkah kamu melihat bulan melalui teleskop? Dengan sebuah teleskop yang baik, kamu dapat melihat kawah dan ciri-ciri lain di permukaan bulan secara jelas. Teleskop dirancang untuk mengumpulkan cahaya dari benda-benda yang jauh. Sekarang banyak informasi yang dapat kita peroleh tentang bulan, planet, galaksi, dan benda angkasa lainnya melalui teleskop.

Sekitar tahun 1600, pembuat lensa di Belanda membangun sebuah teleskop untuk mengamati benda-benda yang jauh. Pada tahun 1609 Galileo membangun dan menggunakan teleskop sendiri untuk menemukan bulannya Jupiter, fase-fase Venus, dan beberapa seluk beluk galaksi Milky Way. Sekarang para ilmuwan menggunakan beberapa jenis teleskop dengan berbagai perbaikan rancangan. **Gambar 11.37** menunjukkan bagaimana sebuah teleskop dapat memperbaiki penglihatan kita terhadap bulan.

Gambar 11.37
Bulan dapat dilihat lebih rinci apabila dilihat melalui sebuah teleskop.

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

Teleskop Bias

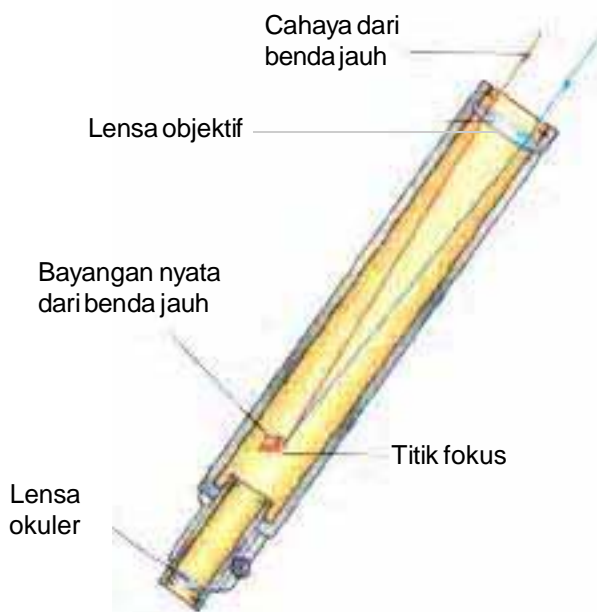
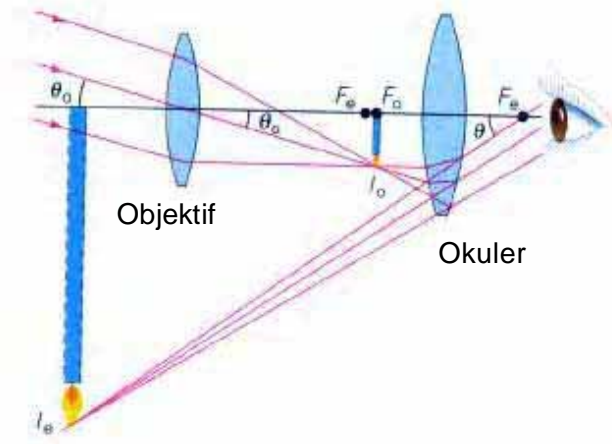
Sebuah teleskop yang umum adalah **teleskop bias**. Sebuah teleskop bias sederhana menggunakan dua buah lensa untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya dari benda-benda jauh. **Gambar 11.38** adalah diagram sebuah teleskop bias untuk mata melihat dengan berakomodasi.

Bagaimana bekerjanya teleskop bias tersebut sehingga dapat memperbaiki penglihatan kita terhadap benda-benda jauh dapat dijelaskan dengan **Gambar 11.39**. Komponen utama jenis teleskop ini adalah lensa objektif dan lensa okuler. Lensa objektif tersebut merupakan sebuah lensa cembung besar dengan panjang fokus panjang, dan lensa okuler yang dapat digerak-gerakkan dan memiliki panjang fokus yang relatif pendek. Sinar-sinar dari suatu objek jauh pada dasarnya paralel dan membentuk suatu bayangan (I_0) pada titik fokus objektif (F_o). Bayangan ini bertindak sebagai suatu objek untuk okuler, yang digerak-gerakkan sedemikian rupa sehingga bayangan tersebut tepat jatuh di dekat dan di dalam titik fokusnya (F_e). Suatu bayangan yang besar, terbalik, dan maya (I_e) terlihat oleh pengamat.

Ada beberapa masalah berhubungan dengan teleskop bias. Lensa objektif harus lebih besar agar

memungkinkan masuknya cahaya yang cukup banyak untuk membentuk bayangan yang terang. Lensa kaca yang berat ini sulit dibuat dan mahal. Berat lensa itu sendiri dapat menyebabkan lensa itu melengkung dan bayangan menjadi rusak.

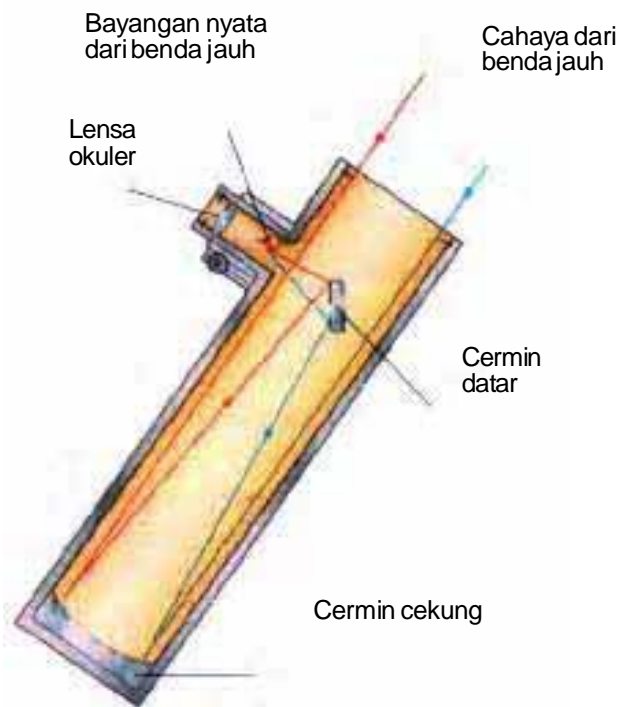
Gambar11.38

Sinar-sinar paralel dari satu titik pada suatu objek jauh dikumpulkan ke suatu fokus oleh lensa objektif pada fokusnya. Bayangan ini (I_o) dibesarkan oleh lensa okuler untuk membentuk bayangan akhir (I_e) yang jauh lebih besar.

A **Teleskop bias**

A Cahaya masuk ke teleskop bias melalui sebuah lensa cembung yang disebut dengan lensa objektif. Bayangan nyata yang dibentuk oleh lensa ini diperbesar oleh lensa cembung kedua yang disebut dengan lensa okuler dengan panjang fokus yang lebih pendek. Kamu melihat bayangan diperbesar, terbalik, dan maya dari bayangan nyata.

Gambar 11.39

Teleskop pantul dan teleskop bias mengumpulkan cahaya untuk membentuk bayangan benda yang jauh.

Sumber: McLaughin & Thonson, 1997

B Cahaya masuk ke teleskop pantul dan dipantulkan oleh cermin cekung ke cermin datar, cermin datar memantulkan sinar dan menghasilkan bayangan nyata terbalik dalam teleskop. Lensa okuler kemudian memper-besar bayangan ini.

Gambar 11.40
teleskop bias mengumpulkan cahaya untuk membentuk bayangan benda yang jauh.

Teleskop Pantul

Karena adanya permasalahan seperti yang telah dijelaskan pada teleskop bias tersebut, kebanyakan teleskop besar adalah teleskop pantul. **Teleskop pantul** menggunakan sebuah cermin cekung, sebuah cermin datar, dan sebuah lensa cembung untuk mengumpulkan dan memfokuskan cahaya dari benda jauh. **Gambar 6.78B** adalah diagram dari sebuah teleskop pantul.

Kadang-kadang kamu ingin melihat benda-benda jauh sedemikian rupa sehingga kelihatan tegak. Bayangkan seandainya kamu menonton pertandingan baseball melalui teropong jika bayangannya terbalik. Prinsip kerja teropong sama dengan teleskop pantul, kecuali ada dua set lensa yang dipasang, yaitu satu buah untuk tiap mata. Lensa ketiga atau sepasang prisma pemantul ditambahkan pada teropong untuk membalikkan bayangan yang terbalik agar kelihatan tegak. Teropong Bumi seperti yang digunakan untuk mengamati burung, juga dirancang untuk menghasilkan bayangan yang tegak.

Intisari Subbab

1. Pada saat menggunakan slide proyektor, mengapa slide dimasukkan dalam proyektor secara terbalik?
2. Jenis lensa apakah yang akan kamu gunakan untuk mengamati laba-laba kecil di atas meja kamu?
3. Berfikir Kritis: Jika kamu mengalami kesulitan membaca tulisan di papan tulis dari baris belakang, kemungkinan besar apakah yang mengganggu penglihatan kamu? Bagaimana cara mengatasinya?
4. Bandingkan dan bedakan teleskop bias dan teleskop pantul.
5. Jika kamu ingin memotret setangkai bunga pada serumpun pohon bunga mawar, jenis lensa apakah yang kamu gunakan? Jelaskan mengapa kamu menggunakan lensa tersebut.
6. **Befikir Kritis**. Alat optik mana teleskop, mikroskop, atau kamera yang dapat membentuk bayangan paling mirip dengan mata kamu? Jelaskan!

Bina Keterampilan

Peta Konsep

Cermin-cermin dan lensa-lensa adalah alat-alat optik yang paling sederhana. Buatlah sebuah peta konsep yang menunjukkan beberapa penggunaan tiap-tiap bentuk cermin dan lensa. Jika kamu membutuhkan bantuan, lihat kembali peta

Rangkuman

A. Sifat-Sifat Cahaya

1. Kamu dapat melihat benda apabila ada cahaya yang dipantulkan oleh benda dan masuk ke dalam matamu.
2. Hukum pemantulan cahaya menyatakan bahwa sudut sinar datang sama dengan sudut sinar pantul.
3. Pada pembiasan cahaya, apabila cahaya datang menuju medium lebih rapat, maka cahaya dibiaskan mendekati garis normal. Sedangkan apabila cahaya datang menuju medium lebih renggang, maka cahaya dibiaskan menjauhi garis normal.
4. Warna-warna dalam pelangi berasal dari cahaya matahari yang terurai oleh titik-titik air hujan.

B. Cermin dan Lensa

1. Cermin datar dan cermin cembung menghasilkan bayangan maya. Cermin cekung dapat menghasilkan bayangan nyata atau maya.
2. Cermin datar digunakan untuk bercermin. Cermin cekung digunakan untuk menciptakan berkas cahaya lampu senter dan memperbesar bayangan. Kaca spion dan cermin di toko-toko adalah cermin cembung.
3. Lensa cembung membentuk bayangan nyata atau maya. Lensa cekung membentuk bayangan maya.
4. Lensa cembung mengumpulkan cahaya. Lensa cekung menyebarkan cahaya.

C. Alat-alat Optik

1. Lensa korektif dapat digunakan untuk memfokuskan bayangan pada retina. Orang rabun jauh harus memakai lensa cekung, dan orang rabun dekat harus menggunakan lensa cembung.
2. Teleskop bias menggunakan lensa cembung untuk memperbesar benda-benda jauh. Teleskop pantul menggunakan cermin datar dan cekung dan sebuah lensa cembung untuk memperbesar benda-benda jauh.
3. Cahaya yang melalui lensa dari sebuah kamera difokuskan pada film foto di dalam kamera. Bayangan pada film adalah nyata, terbalik, dan lebih kecil daripada benda yang difoto.

Evaluasi

Reviu Perbendaharaan Kata

Pasangkan Kata-kata kunci IPA berikut dengan pernyataan di bawahnya (tidak semua kata kunci diigunakan)

a. bayang-bayang
b. bayangan maya
c. bayangan nyata
d. cermin cekung
e. cermin cembung
f. cermin datar
g. dispersi cahaya
h. indeks bias
i. lensa cekung
j. lensa cembung
k. panjang fokus
l. pemantulan
m. pembiasan
n. titik fokus
o. mikroskop
p. teleskop pantul
q. teleskop bias
r. lensa telefoto
s. lensa sudut lebar
t. lensa objektif

1. daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya
2. terjadi ketika cahaya mengenai benda dan dipantulkan oleh benda itu
3. pembelokan arah rambat cahaya yang disebabkan oleh perubahan kelajuan cahaya pada saat cahaya merambat dari satu zat ke zat lainnya
4. perbandingan kelajuan cahaya di udara dengan kelajuan cahaya di dalam zat tertentu
5. peristiwa terurainya cahaya menjadi berbagai warna
6. sepotong kaca datar yang dilapisi dengan bahan yang bersifat memantulkan cahaya
7. bayangan yang tidak dapat ditangkap dengan layar
8. sebuah cermin dengan permukaan melengkung ke dalam
9. sebuah titik pada sumbu optik tempat bertemunya pantulan seluruh sinar sejajar sumbu optik
10. jarak dari pusat cermin ke titik fokus
11. jenis cermin dengan permukaan melengkung ke luar
12. sebuah lensa dengan bagian tengah lebih tebal daripada bagian tepi
13. lensa dengan bagian tengah lebih tipis daripada bagian tepi
14. bayangan yang terbentuk dimana sinar-sinar cahaya benar-benar bertemu
15. lensa yang mengumpulkan cahaya dari sebuah benda jauh pada titik fokusnya
16. teleskop yang menggunakan dua buah lensa cembung
17. alat yang digunakan untuk mempelajari benda-benda sangat kecil
18. teleskop yang menggunakan cermin cekung dan lensa cembung
19. lensa yang memiliki panjang fokus lebih panjang dibandingkan dengan lensa sudut lebar

Pengecekan Konsep

Pilihlah kata atau ungkapan untuk melengkapi kalimat berikut ini.

1. Apabila matamu ditutup, kamu tidak dapat melihat benda-benda di sekitarmu, karena ....
   a. tidak ada cahaya yang keluar dari mata ke benda
   b. tidak ada cahaya yang masuk dari benda ke mata
   c. benda-benda tidak menerima cahaya
   d. benda-benda tidak memantulkan cahaya
2. Sebuah benda yang memantulkan cahaya dan melengkung ke dalam disebut ....
   a. cermin datar
   b. cermin cekung
   c. cermin cembung
   d. lensa cekung
3. Cermin yang dapat memperbesar bayangan adalah ....
   a. cembung
   b. datar
   c. cekung
   d. bening
4. Bola lampu dalam sebuah lampu senter atau lampu sorot ditempatkan pada titik fokus dari sebuah ....
   a. lensa cekung
   b. lensa cembung
   c. cermin cekung
   d. cermin cembung
5. Lensa-lensa membentuk bayangan dengan ....
   a. pemantulan atau pembiasan
   b. pemantulan cahaya
   c. pembiasan cahaya
   d. dispersi cahaya
6. Lensa cekung membelokkan cahaya ke arah ....
   a. sumbu optik
   b. pusat optik
   c. tepi lensa
   d. titik fokus
7. Ketika cahaya dari udara memasuki air, maka cahaya itu ....
   a. diperlambat
   b. dipercepat
   c. bergerak pada kecepatan 300.000 km/s
   d. bergerak sama dengan kecepatan suara
8. ... tebal bagian tengah dan tipis pada bagian tepi.
   a. cermin cekung
   b. cermin datar
   c. lensa cekung
   d. lensa cembung
9. Bayangan yang dibentuk oleh cermin datar adalah ....
   a. nyata dan berbalik sisi
   b. nyata dan tegak
   c. tegak dan berbalik sisi
   d. maya dan terbalik
10. Manakah pernyataan berikut yang benar tentang bayangan nyata?
    a. Bayangan nyata berbalik sisi.
    b. Bayangan nyata lebih besar daripada bendanya.
    c. Bayangan nyata dapat diproyeksikan pada layar.
    d. Bayangan nyata tampak di belakang cermin.
11. Orang rabun dekat harus memakai ....
    a. lensa datar
    b. lensa cembung
    c. lensa cekung
    d. lensa cekung tidak beraturan
12. Teleskop pantul tidak mengguna-kan sebuah ....
    a. cermin datar
    b. cermin cekung
    c. lensa cembung
    d. lensa cekung

Pemahaman Konsep

Jawablah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini dalam Buku Catatanmu dengan menggunakan kalimat lengkap.

1. Apakah persamaan dan perbedaan pemantulan cahaya oleh sebuah dinding putih dan oleh sebuah cermin?
2. Jelaskan sifat cahaya manakah yang membantu menghasilkan pelangi?
3. Jelaskan bagaimana sebuah cermin cekung memantulkan cahaya yang datang sejajar sumbu optik. Jelaskan pula bagaimana cermin cekung memantulkan cahaya yang datang melalui titik fokus?
4. Lensa cembung sering disebut dengan lensa pengumpul (konvergen), sedangkan lensa cekung sering disebut sebagai lensa penyebar (divergen). Jelaskan perbedaan nama ini berdasarkan bagaimana tiap-tiap jenis lensa membiaskan cahaya.
5. Bandingkan dan bedakan penggunaan teleskop dan mikroskop. Teleskop jenis mana yang dibuat hampir sama dengan mikroskop?

Berfikir Kritis

1. Warna cahaya manakah yang paling berubah kecepatannya pada saat cahaya itu melalui sebuah prisma? Jelaskan.
2. Apakah yang akan terjadi jika lensa proyektor bioskop berada pada jarak lebih kecil daripada satu panjang fokus terhadap film?
3. Jika kamu seorang tukang optik, lensa jenis apa yang akan kamu resepkan untuk pasien yang tidak dapat memfokuskan secara jelas pada benda-benda dekat?
4. Dapatkah sebuah teleskop pantul bekerja sebagaimana mestinya jika cermin cekungnya diganti dengan sebuah cermin cembung? Jelaskan.
5. Kamu hanya mempunyai cukup uang untuk membeli satu lensa untuk kamera kamu. Tipe lensa apakah yang akan paling berguna? Jelaskan.

Pengembangan Keterampilan

1. **Klasifikasi dan Membuat Tabel:** Buatlah tabel untuk mengkla-sifikasikan jenis bayangan yang dibentuk oleh cermin datar, cermin cekung, dan cermin cembung.
2. **Pengamatan dan Inferensi:** Inferensikan pengaruh lensa mata yang keras dan kaku pada peng-lihatan manusia. Apakah hal ini membuat mata kurang lebih seperti sebuah kamera sederhana.
3. **Mengenali Sebab dan Akibat:** Bedakan dan uraikan sebab dan akibat masalah penglihatan di bawah ini: rabun jauh, rabun dekat, dan astigmatisme.
4. **Perumusan Hipotesis:** Berlian kasar yang belum diasah kurang memiliki kilauan berlian dibandingkan dengan berlian yang telah dipotong dengan sebuah pemotong permata. Kemukakan sebuah hipotesis untuk menjelaskan pengamatan ini.

Daftar Pustaka

ABC News. *Tacoma Bridge*. Tersedia: http://www.a.abcnews.com. [8 April 2008].

Anonim. 2005. Physics Demonstrations in Sound & Waves. Tersedia: http://www.physicscurriculum.com/sound_&_waves.htm. [8 April 2008].

Anonim. 2006. *Baloon*. Tersedia: http://www.gifttrap.com. [8 April 2008].

Anonim. 2007. *Bendungan*. Tersedia: http:// id.wikipedia.org. [8 April 2008].

Anonim. 2007. *Mount Everest*. Tersedia: http://www.thegeminiweb.com. [8 April 2008].

Anonim. 2007. *Wave*. Tersedia:http://www.smh.com.au. [8 April 2008].

Anonim. 2008. *3d modelling, animation, and video gallery*. Tersedia: http://www.babaflash.com. [8 April 2008].

Anonim. 2008. *Adenium obesum*. Tersedia: http://www. risko12057054.wordpress.com [8 April 2008].

Anonim. 2008. *Jatim Park*. Tersedia: http://www. k53.pbase.com. [8 April 2008].

Anonim. 2008. *Parachute*. Tersedia: http://www.resimcity.com. [8 April 2008].

Anonim. 2008. *Pressure Measurement-1*. Tersedia: http://www. answers.com. [8 April 2008].

Anonim. *Pendulum Clock*. Tersedia: http://www.22447574.trustpass.alibaba.com. [8 April 2008].

Atwater, Baptiste, Daniel, Hackett, Moyer, Takemoto, and Wilson, 1995. *Properties of Matter. Teacher's Resource Maters*. New York: Glencoe Mc Graw-Hill.

Atwater, M., Baptiste, H.P., Daniel, L., Hackett, J., Moyer, R., Takemoto, C., Wilson-Mathews, N. 1995. *Electrical Energy*. New York: Macmillan/McGraw-Hill School Division.

Atwater, M., Baptiste, P., Daniel, L., Hackett, J., Moyer, R., Takemoto, C., & Wilson, N. 1995. *Electricity and Magnetism*. New York: Macmillan/McGraw-Hill Schooll Publishing Company.

Bakalian, Harry, Hirschfeld, Pamela E.. 1994. *Motion, Forces, and Energy*. New Jersey: Prentice Hall.

Bakalian, Harry, Hirschfeld, Pamela E.. 1994. *Wave and Sound*. New Jersey: Prentice Hall.

Blaustein, D., Butler, L., Matthias, W., Hixson, B. 1999. Science, *An Intro-duction to the Life, Earth, and Physical Science*. New York: Glencoe / McGraw-Hill.

BMG. 2007. *Mekanisme Tsunami.* Tersedia: http://www.bmg.go.id. [8 April 2008]

Bruce, Fredwrick J. 1988. *Principles of Physics,* New York : McGraw-Hill Book Company.

Cecilia Lukaman (Dewan Redaksi Nasional). 1984. *Astronomi dan Pengetahuan Angkasa Luar*. Seri Ilmu Pengetahuan Populer, Jakarta: PT Widyadara.

Chaisson, E., dan Steve M. 1997. *Astronomy Today*. Second edition, New Jersey: Prentice Hall.

Firdaus. 2007. *Pelangi di Puring.* Tersedia: http:www. yulian.firdaus.or.id. [8 April 2008].

Floyd, Thomas L., *1993. Principles of Electric Circuits*. Englewood Clieffs, New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Grob, B. 1992. *Basic Electronics* (8th Ed.). New York: Glencoe McGraw-Hill.

Hickerphoto. 2008. *Birds of North America.* Tersedia: http://www. hickerphoto.com. [8 April 2008].

ICE Lab. 2007. *Perception in Submarines.* Tersedia: http://www.sics.se/ice/projects/sub/index.html. [8 April 2008].

Kaskel, A., Hummer, Jr., P. J., Daniel, L. 1995. Merrill Biology ***An Everyday Experience.*** Teacher Wraparound Edition. New York: Glencoe / McGraw-Hill.

Lucy, D. 1995. *Life Science.* New York: Glencoe / McGraw-Hill.

Maton,A., Hopkins,J., Johnson,S., LaHart, D., Warner, M.Q., dan Wright, J.D. 1994. *The Nature of Science*, New Jersey: Prentice Hall.

McLaughlin, Charles W. & Thompson, Marilyn. 1997. *Physical Science*, New York: Glencoe / MaGraw-Hill.

Microsoft. 2005. *Microsoft Encarta.*

Mira, T. 2008. *Kolam Renang Jakarta Apakah Masih Seperti Ini?*Tersedia: www.wikimu.com. [8 April 2008].

MIT. 2005. *Rocket Propulsion*. Tersedia: http://www.ocw.mit.edu. [8 April 2008].

Nur, Mohamad. 1997. *Kumpulan Lembar Kegiatan Siswa Fisika SLTP 3.* Depdikbud Dirjen Dikdasmen Direk torat Dikmenum: Balai Pustaka.

Sinar Harapan. 2004. *Hidangan Laut Kian Populer*.Tersedia: http://www. sinarharapan.co.id. [8 April 2008].

Steven, M. 2007. *Knife Skills: A Quick Way to Cut a Bell Pepper*. Tersedia: http://www.taunton.com. [8 April 2008].

Tersedia: http://www.pmr.penerangan.gov.my. [8 April 2008].

Tersedia: http://www.putraaceh.multiply.com/journal/item/442. [8 April 2008]

Tersedia: http://www.strangedangers.com/images/content/102022.jpg. [8 April 2008]

Tersedia: http://www.villageanimal.net. [8 April 2008].

Tersedia: http://www.wilsonbridge.com/p7ssm_img_0307/fullsize/br0703-06_fs.jpg. [8 April 2008].

The American Heritage. 2000. *screw*. Tersedia: http://www.bartleby.com. [8 April 2008].

The Hunter's Moon. 2007. *Night Sky Info*. Tersedia: http://www..nightskyinfo.com. [8 April 2008].

Thompson,M., McLaughlin, C.W. 1997. *Physical Science. Student Edition*. New York: Glencoe McGraw-Hill.

Thompson,M., McLaughlin, C.W. 1997. *Physical Science. Student Guide*. New York: Glencoe McGraw-Hill.

Triatmono, R. 2007. *Rudi Triatmono Personal Blogs*. Tersedia: http://www.triatmono.worldpress.com. [8 April 2008].

Urbanlegends. 2006. *Amazing Tsunami Picture*. Tersedia: http://www. urbanlegends.about.com [8 April 2008]

Weems & Plath® Skipjack. 2008. *Solid Brass Precision German-Made Combination Clock and Barometer*. Tersedia:http:// www.stanleylondon.com. [8 April 2008].

Glosarium

A

Adolesen : masa dewasan yang dimulai pada usia 12 sampai 14 tahun

Akar : organ tanaman yang berfungsi menyerap air dan hara terlarut dari dalam tanah ke tubuh tanaman

Alveoli : unit terkecil paru-paru berupa kantung-kantung tipis tempat terjadi proses difusi udara

Amplitudo : jarak antara titik kesetimbangan sampai dengan simpangan makasimumaorta :arteri berukuran besar

Arteri : pembuluh darah yang keluar dari jantung

Arteri pulmonalis : pembuluh darah dari jantung menuju ke paru-paru, miskin kandungan oksigennya.

Artritis : penyakit pada sendiasam lambung : cairan dalam lambung yang berfungsi membunuh bibit penyakit

Asma : penyempitan saluran pernapasan akibat alergi

Atom : bagian terkecil dari suatu unsur yang masih mempunyai sifat unsur.

Atrium : bagian jantung yang menerima darah dari paru-paru maupun seluruh tubuhavitaminosis: keadaan kekurangan vitamin / defisiensi

B

Bahan pemanis : bahan kimia yang ditambahkan pada makanan atau minuman yang berfungsi untuk memberikan rasa manis.

Bahan pengawet : bahan kimia yang dapat mencegah atau menghambat pembusukan, pengasaman, atau peruraian mikroorganisme sehingga makanan tidak mudah rusak atau menjadi busuk.

Baji : pesawat sederhana yang terdiri dari dua bidang miring yang disatukan

Batang : organ tanaman yang berfungsi memberi bentuk tubuh dan menyalurkan air dan hasil fotosintesis ke seluruh bagian tanaman.

Bayangan maya : bayangan yang tidak dapat ditangkap layar

Bayangan nyata	:	bayangan yang dapat ditangkap layar
Bayang-bayang	:	daerah gelap yang terbentuk pada saat sebuah benda menghalangi cahaya yang mengenai suatu permukaan
Bidang miring	:	pesawat sederhana yang berupa papan landaian
Bronkus	:	cabang saluran dari trachea atau tenggorokan
Bunyi	:	gelombang longitudinal yang dihasilkan dari sumber bunyi

C

Cairan amnion	:	cairan di dalam rahim / uterus untuk melindungi janin / bayi.
Cat	:	pigmen yang terbagi halus (terdispersi) di dalam suatu pelarut (medium pendispersi). Selain pigmen dan pelarut masih terdapat kandungan kimia lain yang berfungsi memperbaiki fungsi-fungsi dari cat.
Cendawan	:	kelompok organisme yang tidak memiliki kloroplas untuk berfotosintesis sehingga hidup secara saprofit atau parasit.
Cepat rambat bunyi	:	kelajuan gelombnag bunyi dalam bergerak melalui medium
Cepat rambat	:	kelajuan gelombang dalam bergerak melalui medium
Cermin cekung	:	cermin yang permukaannya melengkung ke dalam, bersifat mengumpulkan cahaya.
Cermin cembung	:	cermin yang permukaannya melengkung ke luar, bersifat menyebarkan cahaya.
Cermin datar	:	cermin yang permukaannya datar
Cermin	:	permukaan yang dapat memantulkan cahaya dengan baik

D

Dasar gelombang	:	titik terndah pada gelombang transversal
Daun	:	organ tanaman yang berupa helaian tipis untuk menangkap sinar matahari guna melangsungkan fotosintesis.
Daya	:	cepatnya usaha dilakukan; usaha dibagi dengan waktu
Desibel	:	ukuran (skala) yang mengukur kuat bunyi
Diafragma	:	sekat rongga badan yang membatasi antara rongga dada

dengan rongga perut

Difusi : proses perpindahan zat dari tempat berkonsentrasi tinggi ke tempat berkonsentrasi rendah.

Dispersi cahaya : penguraian cahaya putih menjadi warna-warna merah, jingga, kuning, hijau, biru, ungu

E

Energi kinetik : energi dalam bentuk gerakan

Energi mekanik : jumlah energi kinetik dan potensial gravitasi sebuah benda

Energi potensial : energi yang tersimpan karena kedudukan atau susunan kimianya

Energi : kemampuan melakukan kerja.

Energi : kemampuan untuk melakukan kerja (perubahan)

Enzim amilase : enzim yang bekerja mengubah amilum menjadi disakarida

Epidermis : jaringan terluar tubuh tanaman yang berfungsi melindungi.

Epiglotis : saluran pertemuan antara rongga mulut bagian akhir dengan kerongkongan

Esophagus : suatu organ berbentuk tabung lurus, berotot, dan berdinding tebal memanjang menuju lambung.

F

Faring : saluran memanjang dari bagian belakang rongga mulut sampai permukaan kerongkongan

Floem : termasuk jaringan kompleks pada tumbuhan yang berfungsi untuk menyalurkan hasil fotosintesis ke seluruh tubuh tanaman yang membutuhkan.

Fluida : zat yang dapat mengalir; zat cair dan zat gas termasuk fluida

Fotonasti : gerak nasti yang stimulusnya berasal dari cahaya.

Fotosintesis : proses pengubahan karbondioksida dan air dengan bantuan energi matahari yang ditangkap oleh klorofil menjadi glukosa dan oksigen pada tumbuhan.

Fototropisme : gerak tropisme yang stimulusnya berasal dari cahaya.

Fraktura : patah tulang

Frekuensi : banyaknya getaran atau gelombang yang melintas tiap detik, diukur dalam satuan hertz (Hz)

Fungisida : senyawa atau bahan kimia yang digunakan untuk memberantas jamur.

G

Garam mineral : zat makanan anorganik yang berfungsi sebagai ko-faktor

Gaung : hasil pantulan bunyi yang terdengar hampir serentak dengan bunyi asli, biasanya menyebabkan bunyi asli tidak terdengar jelas.

Gaya apung : gaya ke atas yang dikerahkan fluida bila sebuah benda dicelupkan ke dalam fluida itu

Gaya beban : gaya yang dikerahkan pesawat kepada beban

Gaya kuasa : gaya yang dikerahkan kepada pesawat

Gaya resultan : gabungan dua gaya atau lebih

Gaya : tarikan atau dorongan dari suatu benda kepada benda lain

Gaya-gaya setimbang : dua gaya atau lebih yang menghasilkan gaya resultan nol

Gelombang longitudinal:: gelombang yang arah getarnya searah dengan arah rambat.

Gelombang transversal : gelombang yang arah getarnya tegak lurus dengan arah rambat.

Gelombang : usikan yang merambat melalui medium

Gema : hasil pantulan bunyi yang terdengar setelah bunyi asli.

Geotropisme : gerak tropisme yang stimulusnya berasal dari gaya gravitasi.

Gesekan : gaya yang melawan kecenderungan gerakan antara dua permukaan

Getaran : gerak bolak-balik melalui titik kesetimbangan

Gutasi : proses pengeluaran air dari tubuh tanaman berupa tetes-tetes air melalui hidatoda.

H

Hama : hewan yang merusak tanaman budidaya.

Hambatan udara : gaya hambatan udara terhadap benda yang bergerak

Hemoglobin : pigmen darah yang mengandung zat besi

Herba : tidak berkayu

Hidatoda : jaringan daun yang digunakan untuk mengeluarkan air secara gutasi.

Hidrotropisme : gerak tropisme yang stimulusnya berasal dari air.

Hukum Boyle : jika volume gas dalam ruang tertup diperkecil, maka tekanan gas tersebut akan membesar, asalkan suhu gas itu tetap

Hukum kedua Newton tentang gerak : percepatan yang terjadi pada sebuah benda berbanding lurus dengan gaya yang dikerahkan pada benda itu dan berbanding terbalik dengan massa benda.

Hukum kekekalan energi: energi tidak dapat diciptakan dan tidak dapat dimusnahkan

Hukum ketiga Newton tentang gerak : bila sebuah benda mengerahkan gaya pada benda kedua, maka benda kedua itu akan mengerahkan gaya yang besarnya sama dan arahnya berlawanan pada benda pertama

Hukum pertama Newton tentang gerak: jika tida ada resultan gaya yang bekerja pada sebuah benda, benda yang diam akan tetap diam, dan benda yang bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap.

I

Indeks bias : perbandingan cepat rambat cahaya di udara dengan cepat rambat cahaya di dalam suatu medium

Infrasonik : bunyi yang memiliki frekuensi kurang dari 20 Hz.

Insektisida : senyawa atau bahan kimia yang berfungsi untuk memberantas Insekta atau serangga.

Ion : atom atau gugusan atom yang bermuatan listrik

K

Kambium : lapisan sel meristem pada akar dan batang yang membentuk xilem dan floem sekunder.

Kamera : alat optik yang dapat menghasilkan bayangan melalui lensa dan memproyeksikan bayangan itu pada film atau sensor

Karbohidrat : zat makanan utama yang berfungsi sebagai penghasil energi

Katrol : pesawat sederhana yang berupa sebuah roda beralur tempat dilalui tali

Kelembaman : kecenderungan sebuah benda untuk mempertahankan geraknya

Kelenjar pencernaan : bagian tubuh penghasil enzim untuk membantu pencernaan.

Keping darah : jenis sel darah yang berperan penting dalam proses penutupan luka dan penyembuhannya.

Keuntungan mekanik : perbandingan antara gaya beban dengan gaya kuasa

Kifosis : kelain pada sistem gerak yang ditandai dengan melengkungnya tulang belakang yang berlebihan di bagian dada ke arah belakang.

Klep : katup yang memungkinkan aliran darah terjadi hanya satu arah saja

Klorofil : pigmen hijau di dalam kloroplas yang berfungsi untuk menangkap energi cahaya dari sinar.

Kloroplas : organel sel yang memiliki klorofil yang berfungsi sebagai tempat berlangsungnya fotosintesis.

Kolenkim : jaringan tumbuhan penunjang yang terdiri atas sel-sel hidup dengan dinding menebal di sudut-sudutnya. Sering dijumpai pada batang muda yang sedang tumbuh dan tangkai daun (petiole).

Konsentrasi : ukuran yang menunjukkan jumlah suatu zat dalam volume tertentu.

Kuat bunyi : keras lemahnya bunyi, diukur dalam satuan desibel (dB)

L

Lambung : suat organ berbentuk kantung besar yang terletak di atas rongga perut

Laring : saluran pernapasan dimana terdapat pita suara

Lemak : zat makanan utama yang berfungsi sebagai sumber dan cadangan energi

Lengan beban	:	jarak antara gaya beban dengan titik tumpu
Lengan kuasa	:	jarak antara gaya kuasa dengan titik tumpu
Lensa cekung	:	lensa yang bagian tengahnya lebih tipis daripada bagian tepi
Lensa cembung	:	lensa yang bagian tengahnya lebih tebal daripada bagian tepi
Lensa	:	benda yang dapat membiaskan cahaya yang dibatasi bidang lengkung
Lentisel	:	celah pada batang yang berfungsi untuk pertukaran gas seperti fungsi stoma pada daun.
Lordosis	:	kelainan sistem gerak, berupa melengkungnya tulang belakang yang berlebihan ke arah dipan di bagian pinggang.
Lup	:	alat optik yang dapat memperbesar sudut penglihatan, terbuat dari lensa cembung

M

Medium	:	zat yang merupakan tempat merambatnya gelombang
Meristem	:	jaringan tumbuhan embrionik yang menghasilkan sel-sel baru dengan cara mitosis secara berulang.
Mesin hidrolik	:	peralatan yang memanfaatkan prinsip Pascal; misalnya dongkrak hidrolik.
Mikroskop	:	alat optik yang dapat melipatkan besar bayangan benda-benda renik, terdiri dari lensa obyektif dan lensa okuler
Mitokondria	:	organel sel yang berfungsi dalam proses respirasi sel.
Molekul	:	bagian terkecil dari suatu zat yang masih meiliki sifat zat tersebut.

N

Nada bunyi	:	tinggi rendahnya bunyi
Nasti	:	gerak tumbuhan yang tidak dipengaruhi oleh arah datangnya stimulus.
Niktinasti	:	gerak “tidur” pada tumbuhan yang stimulusnya berupa cahaya atau temperatur dan termasuk dalam gerak nasti.

O

Obat : suatu zat (bahan kimia) yang digunakan untuk pencegahan dan penyembuhan penyakit pada manusia atau hewan.

Organ : kelompok jaringan yang melakukan fungsi khusus pada hewan atau tumbuhan, misalnya organ pada tumbuhan adalah daun, batang, akar.

Osmosis : difusi air melalui selaput membran.

Osteoporosis : pengeroposan tulang yang diakibatkan oleh pengambilan kalsium di dalam tulang.

P

Palisade : jaringan parenkim yang berbentuk tiang pada daun yang memiliki banyak kloroplas.

Panjang fokus : jarak antara permukaan cermin atau lensa sampai dengan titik fokus

Parasit : organisme yang hidup menumpang pada tubuh tanaman atau binatang (disebut inang) dan mengambil makanan dari inang sehingga merugikan bagi inangnya.

Parenkim : jaringan tumbuhan hidup yang terdiri dari sel-sel berdinding tipis, dengan ruang antar sel, yang berfungsi pada proses fotosintesis dan/atau penyimpan makanan.

Parfum : hasil pecampuran berbagai macam fragrance.

Pestisida : bahan kimia yang dapat digunakan untuk membasmi hama.

Pemantulan : peristiwa yang terjadi saat gelombang mengenai suatu batas

Pembiasan : peristiwa pembelokan cahaya pada bidang batas antara dua permukaan yang indeks biasnya berbeda

Pembuahan : proses spermatozoid bertemu dengan sel telur yang sudah masak.

Pencernaan kimiawi : proses perubahan susunan molekul makanan dengan bantuan kerja enzim.

Pencernaan mekanik : proses memecah makanan secara fisik menjadi bagian-bagian yang lebih kecil.

Pengungkit : pesawat sederhana yang berupa sebuah batang yang dapat bergerak memutar pada titik tumpu

Penyakit : penyebab tanaman menjadi sakit. Bisa disebabkan bakteri, virus, cendawan atau kekurangan/kelebihan hara atau air.

Pepsin : enzim pencernaan yang berfungsi mengubah protein menjadi pepton

Percepatan gravitasi : percepatan yang dialami oleh benda jatuh di permukaan bumi akibat gaya gravitasi bumi

Periode : waktu yang diperlukan untuk menempuh satu getaran, diukur dalam satuan sekon.

Periosteum : permukaan tulang yang panjang dan ditutup membran yang menempel dengan kuat

Peristaltik : gerakan meremas pada saluran pencernaan yang diakibatkan oleh aktifitas otot polos.

Perkembangan : perubahan menuju kedewasaan, tidak ada pertambahan ukuran tubuh.

Perkembangan : proses menuju kedewasaan, berjalan seiring dengan pertumbuhan, tidak dapat diukur/ bersifat kualitatif.

Pertumbuhan : proses yang berhubungan dengan pertambahan ukkuran dan jumlah sel sehingga dapat diukur/ kuantitatif.

Pertumbuhan : pertambahan volume yang terjadi karena pertambahan materi hidup

Pesawat ideal : usaha yang dilakukan dengan pesawat sama dengan usaha yang dilakukan tanpa pesawat; tidak ada energi yang berubah menjadi panas

Pesawat sederhana : pesawat yang bekerja dalam satu gerakan tunggal

Pesawat : alat yang memudahkan kerja

Plasma : bagian cair darah yang tersusun sebagian besar dengan air

Prinsip Archimedes : gaya apung sama dengan berat fluida yang didesak oleh benda yang tercelup ke dalam fluida itu

Prinsip Pascal : tekanan yang dikerahkan pada fluida akan diteruskan oleh fluida itu ke segala arah dengan besar sama

Protein : zat makanan utama yang berfungsi sebagai komponen struktural dan fungsional

Psikotropika : obat keras tertentu bukan narkotika yang diperlukan dalam pengobatan, namun dapat pula menimbulkan ketergantungan psikis dan fisik yang sangat merugikan bilaPubertas :

bagian dari adolesen

Puncak : titik tertinggi pada gelombang transversal

Pupuk : senyawa atau campuran senyawa yang mengandung unsur-unsur yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman (unsur hara).tersebut.

R

Rabun dekat : ketidakmampuan melihat dengan jelas benda-benda yang terletak relatif dekat dengan mata

Rabun jauh : ketidakmampuan melihat dengan jelas benda-benda yang terletak relatif dekat dengan mata

Rapatan : daerah pada gelombang longitudinal yang lebih rapat daripada daerah lain

Renggangan : daerah pada gelombang longitudinal yang lebih renggang daripada daerah lain

Rennin : enzim pencernaa yang berfungsi menggumpalkan protein susu.

Resonansi : turut bergetarnya suatu benda akibat benda lain yang bergetar

Respirasi : proses pemecahan glukosa untuk mendapatkan energi.

Respirasi aerob : proses respirasi yang memerlukan oksigen bebas.

Respirasi anaerob : proses respirasi yang tidak memerlukan oksigen bebas.

Respons : tanggapan yang diberikan akibat stimulus (rangsangan) tertentu.

Riketsia : penyakit kelainan sistem gerak akibat kekurangan vitamin D, menyebabkan tulang membengkok.

Roda dan poros : pesawat sederhana yang terdiri dari dua roda yang sepusat

S

Saluran pencernaan : alat fubuh yang dilalui bahan makanan

Sekrup : pesawat sederhana yang berupa bidang miring yang dililitkan pada sebuah batang

Sel darah merah : jenis sel darah yang berbentuk cakram berfungsi mengangkut oksigen

Sel darah putih	:	jenis sel darah berbentuk tidak teratur dan berfungsi menghancurkan bakteri, virus, dan bahan-bahan asing.
Sel penutup	:	Sel berbentuk ginjal yang menyusun stoma.
Sendi	:	tempat bertemunya dua tulang atau lebih.
Simpangan	:	jarak antara benda yang bergetar (pada saat tertentu) dengan titik setimbang
Sistem jaringan dasar	:	jaringan pembangun primer tubuh tanaman yang menempati daerah antara jaringan pelindung dan jaringan pengangkut.
Sistem jaringan pengangkut	:	sistem jaringan yang berfungsi untuk mengangkut bahan-bahan yang penting untuk pertumbuhan tanaman. Yang termasuk dalam sistem jaringan ini adalah xilem dan floem.
Sistem rangka	:	sistem yang dibentuk oleh semua tulang di tubuh
Sistem sirkulasi	:	sistem yang memungkinkan darah beredar ke seluruh tubuh.
Sklerenkim	:	jaringan tumbuhan penunjang terdiri atas sel-sel dengan dinding sel menebal secara merata dan memberikan ciri berkayu pada tanaman.
Skoliosis	:	melengkungnya tulang belakang ke arah samping
Sponsa	:	jaringan parenkim daun yang bentuknya tidak beraturan yang memiliki kloroplas dengan letak umumnya tepat di bawah jaringan palisade.
Stimulus	:	perubahan dalam lingkungan suatu organisme yang menyebabkan suatu
Stoma	:	pori yang terdapat pada permukaan daun (stomata = jamak).
Sumber bunyi	:	benda-benda yang dapat menghasilkan bunyi karena bergetar
Sumsum tulang	:	jaringan berlemak yang mengisi saluran / ruang yang terdapat di tengah tulang.

T

Taksis	:	gerak pindah tempat tumbuhan karena pengaruh stimulus.
Tekanan	:	gaya per-satuan luasan
Teleskop	:	alat optik yang dapat melihat benda-benda yang sangat jauh
Tendon	:	pita tebal, berserabut, dan liat yang melekatkan otot pada tulang.
Termonasti	:	gerak nasti dengan stimulus berupa temperatur.

Tigmonasti : gerak nasti dengan stimulus berupa sentuhan.

Titik fokus : letak titik tempat mengumpulnya sinar sejajar setelah dipantulkan atau dibiaskan

Trachea : saluran yang menghubungkan antara rongga hidung dengan paru-paru.

Transpirasi : keluarnya uap air melalui tubuh tumbuhan.

Tropisme : gerak tumbuhan untuk mengubah posisinya baik mendekati atau menjauhi stimulus.

Tulang rawan : suatu jaringan tulang yang tebal dan lunak.

Tumpuan : titik pusat perputaran pengungkit

U

Ultrasonik : bunyi yang memiliki frekuensi di atas 20.000 Hz.

Unsur hara : mineral yang diperlukan tumbuhan untuk pertumbuhannya yang terdiri atas unsur hara makro dan unsur hara mikro.

Usaha : perkalian antara gaya dengan perpindahan yang searah dengan gaya

V

Vena : pembuluh darah yang masuk ke jantung

Vena cava : pembuluh balik yang berukuran besar.

Vena pulmonalis : pembuluh darah dari paru-paru menuju jantung, kaya kandungan oksigennya.

Ventrikel : bagian jantung yang memompa darah ke paru-paru maupun seluruh tubuh.

Virus : Organisme yang memiliki ukuran kecil sekali (5,5-30 milimikron) dan hanya dapat dilihat dengan mikroskop elektron.

Vitamin : zat makanan utama yang berfungsi sebagai ko-enzim .

X

Xilem : jaringan kompleks pada tumbuhan yang berfungsi mengangkut air dan unsur hara terlarut dari akar menuju daun.

Indeks

H

I

K

L

M

N

O

P

R

S

T

U

V

X

Kunci Jawaban Terpilih Evaluasi

Bab 1. Pertumbuhan dan Perkembangan Manusia

Pengecekan konsep

1. B
3. A
5. B
7. C
9. A

Pemahaman konsep

11. Perubahan bentuk secara drastis dalam satu siklus hidup
13. Metamorfosis lengkap: kupu-kupu, nyamuk.
    Metamorfosis tak lengkap: belalang, kecoak.

Bab 2. Sistem Gerak pada Manusia

Pengecekan konsep

1. B
3. C
5. A
7. A
9. C

Bab 3. Sistem Pencernaan Manusia

Pengecekan konsep

1. D
3. B
5. A
7. C
9. C

Pemahaman konsep

11. Karbohidrat, protein, lemak: sebagai sumber energi. Vitamin, mineral: sebagai koenzim reaksi kimia tubuh.
13. Mencerna secara kimia
15. Pencernaan mekanik: memotong secara fisik. Pencernaan kimiawi: memotong dengan reaksi kimia dengan bantuan enzim.

Bepikir Kritis

17. Logam tidak tercerna, sehingga dikeluarkan kembali bersama fases.

Bab 4. Sistem Pernapasan dan Peredaran Darah

Pengecekan Konsep

1. D
3. C
5. B
7. C
9. A
11. A

Pemahaman Konsep

13. Sekali mencoba akan ketagiahan, rokok penuh dengan zat-zat yang merugikan kesehatan.

Berpikir Kritis

15. Lemak dapat mengendap di dalam pembuluhdarah, mengurangi elastisitas pembuluh, akhirnya menaikkan tekanan darah.

Bab 5. Sistem Kehidupan Tumbuhan

Pemahaman Konsep

1. Antara lain: C, H, O, N, S, P, K.
3. Kemonasti, tigmonasti, seismonasti
5. Pada herba, antara xilem dan floem memiliki kambium yang terbatas.
7. Energi, Karbondioksida, dan air.
9. Air diperlukan untuk fotosintesis

Berpikir Kritis

1. Tumbuhan gurun mampu menyimpan air, sedikit mengalami penguapan, dan mengambil karbondioksida di waktu malam

Bab 7. Bahan Kimia Dalam Keseharian

Pengecekan konsep

1. c
3. c
5. a
7. c
9. b
11. d

Pemahaman konsep

5. Opium, penenang, perangsang, kanabis dan halusinogen, dan tembakau.
7. a. **Morfin**, terutama digunakan untuk menghilangkan rasa nyeri yang hebat yang tidak dapat diobati dengan analgetik non narkotik
   b. **Heroin**, merupakan turunan morfin yang berfungsi sebagai *depresant*, misalnya meredakan batuk.
   c. **Barbiturat,** (pentobarbital dan secobarbital) sering digunakan untuk menghilangkan rasa cemas sebelum operasi.
   d. **Amfetamin (dan turunannya),** digunakan untuk mengurangi depresi, menambah kewaspadaan, menghilangkan rasa kantuk dan lelah, menambah keyakinan diri dan konsentrasi, serta euforia.
   e. **Meperidin** (sering juga disebut petidin, demerol, atau dolantin), digunakan sebagai analgesia.
   f. **Metadon,** digunakan sebagai analgesia bagi penderita rasa nyeri dan digunakan pula untuk terapi pecandu narkotika.

Bab 8 Gaya dan Tekanan

Gaya

Pengecekan Konsep

1. B
3. B
5. B
7. C
9. C

Pemahaman Konsep

11. Gesekan merupakan gaya sentuh, besarnya bergantung pada kekasaran permukaan. Gravitasi merupakan gaya tak sentuh, besarnya bergantung pada massa benda.
13. Misalnya: Kereta api yang melaju kencang sulit dihentikan secara mendadak, masinis harus sudah mulai mengerem, walaupun jarak pemberhentian masih jauh.

15. Gaya-gaya tersebut bekerja pada benda yang berbeda. Jika kita tinjau pada satu benda saja, benda tersebut mendapatkan gaya tidak setimbang.

Berpikir Kritis

17. F = 15.000 N.
19. Gaya gesekan. Dengan membuat permukaan jalan lebih kasar.

Pengembangan Keterampilan

21. Gaya gravitasi (berat mobil) dan gaya dari permukaan bukit yang menyangga mobil. Kedua gaya tersebut menghasilkan gaya setimbang, sehingga mobil tersebut diam.

Tekanan

Pengecekan Konsep

1. D
3. C
5. B

Pemahaman Konsep

7. Pipet ditekan, tekanan diteruskan ke segala arah oleh cairan di dalam pipet, dan cairan tersebut keluar.
9. Di dalam air ada gaya apung, sehingga tubuhmu menjadi lebih “ringan”

Berpikir Kritis

11. a. A = 100 cm^2
    b. pada tekanan tetap, jika luasnya menjadi 2 kali maka gaya yang bekerja juga harus dilipatduakan, atau F = 200.000 N
13. Ditambah pasir, sehingga bagian perahu yang beada di dalam air lebih banyak, dan perahu bisa menerobos jembatan.
15. Satu pertanyaan misalnya: Mengapa saat naik ke permukaan, Anda harus pelan-pelan?

Bab 9 Energi dan Usaha

Energi

Pengecekan Konsep

1. C
3. B
5. C

7. B
9. B

Pemahaman Konsep

11. Energi potensial semakin besar jika ketinggian benda semakin besar. Energi potensial juga semakin besar jika massa benda semakin besar.
13. W = 480 joule.
15. Beruang itu memiliki energi potensial kimia yang tersimpan dalam bentuk lemak dan otot.

Pesawat Sederhana

Pengecekan Konsep

1. B
3. C
5. B
7. B
9. C

Pemahaman Konsep

11. 1) memperkecil gaya kuasa. Contoh: tang untuk mencabut paku.
    2) memperpendek jarak bekerjanya gaya. Contoh: dayung.
    3) mengubah arah gaya. Contoh: kerekan sumur.
13. Mempertajam pisau berarti memperpanjang jarak kemiringan.
15. Uliran rapat: jarak kemiringan semakin panjang sehingga keuntungan mekanik semakin besar.

Berpikir Kritis

17. Menuju ke arah bapaknya.
19. 625 N

Pengembangan Keterampilan

23. a. pengungkit
    b. gaya beban
    c. titik tumpu
    d. jarak AC: lengan beban, jarak AB: lengan kuasa.
    e. KM = 1 / 3
    f. memperpendek jarak bekerjanya gaya kuasa.

Penilaian Kinerja

23. kg m^2 / s^2
    b. gaya beban

Bab 10 Gelombang dan Bunyi

Gelombang

Pengecekan Konsep

1. B
3. A
5. C
7. B
9. D

Pemahaman Konsep

11. Gelombang memindahkan energi getaran
13. $T = 1 / 12$ s.
15. Tidak, melainkan dari dekat pantai pulau itu.
17. Misalnya: semakin panjang tali ayunan maka periode ayunan semakin besar.

Bunyi

Pengecekan Konsep

1. D
3. B
5. B
7. D
9. A

Pemahaman Konsep

11. Bunyi tidak dapat melalui ruang hampa.
13. $f = 70$ Hz.
15. Semakin rapat suatu medium, cepat rambat bunyi dalam medium itu semakin besar.
17. Tanpa tutup telinga: 2 jam / hari
    Dengan memakai penutup telinga.
    Jika tanpa penutup telinga, kamu dapat bekerja 4 jam / hari (bandingkan dengan 2 jam / hari bila memakai pemotong rumput yang lama).

Bab 10 Cahaya dan Alat Optik

Sifat-sifat Cahaya

Pengecekan Konsep

1. b
3. c
5. b
7. a

Diunduh dari BSE.Mahoni.com

9. c
11. b

Pemahaman Konsep

1. Pada cermin kita dapat melihat bayangan di sisi lain, pada dinding kita tidak dapat melihat bayangan seperti kita, tetapi hanya bayangan hitam
3. Cahaya pantul dari cahaya sejajar akan dikumpulkan di titik fokus
5. Teleskop untuk melihat benda di kajauhan, mikroskop untuk melihat benda kecil di tempat yang sangat dekat

Berpikir Kritis

1. Perhatikan perbedaan sudut setiap warna yang keluar dari prisma
3. Perhatikan karakter cahaya yang masuk pada mata

ISBN 979-462-460-8

Buku ini dinilai oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) dan telah dinyatakan layak sebagai buku teks pelajaran berdasarkan Peraturan Menteri Pendidikan Nasional No. 41 Tahun 2008 tanggal 1 Agustus 2008 tentang Penetapan Buku Teks Pelajaran yang Memenuhi Syarat Kelayakan untuk Digunakan dalam Proses Pembelajaran.

Harga Eceran Tertinggi (HET) Rp35.352,00